

## Mitteilung des Senats an die Bürgerschaft

### Strategie Digitale Mobilität

#### 1. Anlass und Zweck der Mitteilung

Mit der Drucksache 21/13503 vom 19. Juni 2018 „Fortschrittsbericht ITS-Strategie“ wurde informiert, wie Intelligente Verkehrssysteme („Intelligent Transport Systems“) für die Stadt genutzt werden sollen. Der Bericht beschreibt die erreichten Fortschritte bei der Umsetzung der ITS-Strategie und entwickelt die Strategie unter anderem dahingehend weiter, dass die Ziele der beschriebenen Handlungsfelder bis zum ITS Weltkongress 2021 und bis 2030 definiert wurden. Die vorliegende weiter entwickelte „Strategie Digitale Mobilität“ zeigt mit ihren Handlungsschwerpunkten und Entwicklungspfaden Schritte auf, um die für das Zieljahr 2030 gesteckten Ziele zu erreichen.

Die Weiterentwicklung der Mobilitätsangebote zu einem nachhaltigen, zukunftssicheren und digital unterstützten Mobilitätssystem ist für Hamburg eine der bedeutendsten Veränderungen und gleichzeitig eine der Herausforderungen dieses Jahrzehnts. Sie ist zugleich ein wesentliches Instrument für eine klimaneutrale Zukunft, um einen solchen Wechsel im Mobilitätssystem zu schaffen. Digitale Mobilität bezeichnet den Einsatz digitaler Technologien, wie zum Beispiel Smartphone-Apps, Sensoren, künstliche Intelligenz und Vernetzung, um das Mobilitätssystem effizienter, flexibler und benutzerfreundlicher zu gestalten. Dabei stehen das Verständnis und die Berücksichtigung der Bedürfnisse, Wünsche und Anforderungen der

Nutzenden im Mittelpunkt. Die Umsetzung einer innovativen Strategie im Bereich der Digitalisierung, Automatisierung und Vernetzung der Mobilität stellt eine zentrale Grundlage für die Umsetzung der Mobilitätswende dar, wie in der Strategie Mobilitätswende (Drucksache 22/13670) formuliert.

Hamburg wird 2025 und 2027 Gastgeber des weltweit größten Mobilitätskongresses sein. Der „Global Public Transport Summit“ der Union Internationale des Transports Publics (UITP) wird die weltweite Aufmerksamkeit auf unsere Stadt ziehen. Als eine führende Smart City in Deutschland setzt Hamburg sich das Ziel, bis 2030 schrittweise ein auf die Bedürfnisse der Nutzenden und auf die Mobilitätswende ausgerichtetes Mobilitätssystem zu etablieren. Durch automatisierte und vernetzte Angebote wird der öffentliche Personennahverkehr (ÖPNV) noch einmal einen Attraktivitätsschub erhalten. Vulnerable Verkehrsteilnehmende wie Zufußgehende oder Radfahrende werden besser geschützt und der wachsende Güterverkehr effizienter bewältigt.

Klassische Verkehrsangebote werden durch On-Demand-Shuttles, die zum Teil autonom betrieben werden, und Sharing-Economy-Lösungen ergänzt. So wird Hamburg seine Position als eine führende europäische Metropole für digitale Mobilität festigen und technologische Fortschritte über seine Grenzen hinaus fördern.

Um den sich verändernden Anforderungen gerecht zu werden, wurde die 2016 vorgelegte Strategie für Intelligente Transportsysteme und Services (ITS) – „ITS-Strategie für Hamburg“ – zur „Strategie Digitale Mobilität“ (SDM) weiterentwickelt. In neun Entwicklungspfaden werden die bereits erzielten Fortschritte dargestellt und die Roadmap für die Digitalisierung der Mobilität bis 2030 erläutert.

Digitalisierung ist ein Querschnittsthema und erfordert die behördenübergreifende Zusammenarbeit. Organisatorisch gestaltet dabei federführend die Behörde für Verkehr und Mobilitätswende (BVM) die Umsetzung der SDM. Die im Sommer 2022 etablierte Hochbahn-Tochtergesellschaft New Mobility Solutions Hamburg GmbH (NMS) koordiniert und unterstützt diesen Prozess in Abstimmung mit den Teilnehmenden aus dem Arbeits- und Lenkungsreis zur digitalen Mobilität.

Mit den Erfahrungen aus dem erfolgreichen ITS-Weltkongress 2021 nutzt Hamburg die Chancen der Digitalisierung und Automatisierung, um das Mobilitätssystem weiter auszubauen. Im Rahmen des strategischen Portfoliomanagements werden in der SDM die zentralen Instrumente und Maßnahmen begleitet.

Das Projektportfolio umfasste im März 2024 über 237 Projekte, in denen neue Technologien und Ansätze erprobt und demonstriert wurden. 70 aktive Projekte und 25 Projekte in Vorbereitung Stand 06/2023 zeigen, dass die Digitalisierung der Mobilität weiter vorangetrieben wird. Das Ausrollen von fachlich und finanziell realisierbaren Projekten steht künftig im Vordergrund, damit diese ihr Potenzial in der gesamten Metropolregion entfalten.

Der Ausbau und Einsatz kooperativer Systeme zwischen Fahrzeugen und Infrastruktur in Hamburg schreiten weiter voran. Bis 2030 sollen erfolgreich getestete „Cooperative Intelligent Transport Systems“-Dienste (C-ITS-Dienste) ausgerollt und stadtweit verfügbar sein, zum Beispiel, um Bus- und Radverkehr zu priorisieren, Radfahrende und Zufußgehende mehr zu schützen und den Umweltverbund insgesamt zu stärken.

Wesentlicher Bestandteil des Hamburg-Takts (künftig sollen alle Hamburgerinnen und Hamburger überall innerhalb von fünf Minuten und 24/7 ein öffentliches Mobilitätsangebot erreichen) ist neben der Kundenzentrierung für mehr Service und Qualität die Ergänzung des konventionellen ÖPNV-Angebots durch ein umfassendes, in das städtische Verkehrssystem integriertes On-Demand-Angebot (MOIA, hvv hop, Taxen etc.). Dieses flexible Angebot soll sich bis 2030 wesentlich

auf autonome Fahrzeuge stützen. Für Menschen mit besonderen Beförderungs- und Hilfebedarfen sollen aber auch Fahrzeuge mit Fahrpersonal verfügbar sein.

Die neuen öffentlichen Mobilitätsangebote unterstützen als weitere Säule neben klassischem ÖPNV, Shared Mobility und Radinfrastrukturen eine nachhaltige Mobilitätswende in Hamburg. Auch im Bereich der Schnellbahnen (U- und S-Bahn) werden die Potenziale der Digitalisierung genutzt und ein (teil-)autonom, effizienterer und resistenterer Betrieb umgesetzt. Dies umfasst die voll automatisierte U-Bahn-Linie U5, die Fortsetzung der Hochautomatisierung des heutigen Gleichstromnetzes der S-Bahn Hamburg als „Digitale S-Bahn Hamburg“ sowie die Teilautomatisierung des Bestandsnetzes auf Abschnitten der Linie U2 sowie im gesamten Netz der Linie U4 („U-Bahn100“). Auch die erste vollautomatische U-Bahn-Linie der Hamburger Hochbahn, die U5, wird ab 2027 im ersten Teilabschnitt zwischen Bramfeld und der City Nord – zunächst im Probebetrieb zwischen City Nord und Sengelmannstraße – vollständig automatisiert unterwegs sein.

Die Mobilitätsplattform hvv switch bietet ein vernetztes System aus digitalen und physischen Elementen. Auf der hvv switch App sollen alle im hvv-Gebiet verfügbaren Verkehre angeboten und gebucht werden können. Ziel ist es dabei, das Zusammenspiel der Verkehrsträger des Umweltverbundes besser zu verzahnen und den Nutzenden passgenaue Informationen für intermodale Wegeketten zur Verfügung zu stellen. Der Ausbau der hvv switch Punkte auf 222 Standorte ist bis 2024 geplant, und die Integration der Mobilitätsanbieter im Bereich Ridepooling, Carsharing und E-Scooter-Sharing wird kontinuierlich vorangetrieben.

Um die steigenden Ansprüche an ein übergeordnetes Mobilitäts- und Verkehrsmanagement der Zukunft befriedigen zu können, beabsichtigt die BVM, ein Mobility Operating System (MOS) zu entwickeln und schrittweise einzuführen. Basierend auf dem Projekt „#transmove“, in dem eine KI-gestützte Software Mobilitätsprognosen erstellt, soll MOS die verschiedenen städtischen Fachanwendungen und Subsysteme des operativen Verkehrs- und Mobilitätsmanagements miteinander vereinen. Dadurch soll eine gemeinsame Entscheidungsgrundlage für wesentliche städtische Leit- und Betriebszentralen, ein Informationsaustausch in Echtzeit und eine szenarienbasierte Entscheidungshilfe ermöglicht werden.

Die digitale Infrastruktur wird durch Systemkomponenten für Kommunikation und Sensorik erwei-

tert, um Mobilitäts- und Verkehrsdaten kontinuierlich und automatisch zu erfassen. Hierzu gehört auch ein digitales Parkraummanagement. Daten sollen zukünftig verstärkt auch über standardisierte Datenräume und Schnittstellen bereitgestellt werden. Mit der Urban Data Platform Hamburg (UDP\_HH, [www.urbandataplattform.hamburg](http://www.urbandataplattform.hamburg)) gibt es dafür bereits eine leistungsfähige Datendrehscheibe. Interoperable urbane Mobilitätszwillinge, die bundesweite Mobilithek oder der Mobility Data Space (MDS) des Bundes, fördern den übergreifenden Austausch und sollen schrittweise neue Datenservices bereitstellen.

Die SDM soll für Politik und Verwaltung die strategischen Ziele aufzeigen und Pfade beschreiben, wie Hamburg weiterhin die Chancen der Digitalisierung nutzen kann, um die Mobilitätswende zu unterstützen und Mobilität für die Bürgerinnen und Bürger bedarfsgerechter, komfortabler, sicherer und effizienter zu gestalten. Für die erfolgreiche Umsetzung ist weiterhin ein kooperatives Handeln aller Behörden, der Industrie und Wissenschaft erforderlich.

## 2. **Stellungnahme der Senatskoordinatorin für die Gleichstellung von Menschen mit Behinderungen (§ 14 Absatz 3 HmbBGG)**

Die Senatskoordinatorin für die Gleichstellung von Menschen mit Behinderungen (SkbM) begrüßt,

dass sich Hamburg auch im Bereich Mobilität auf den Weg zu mehr Digitalisierung macht und stimmt vorbehaltlich der Berücksichtigung des Hamburgischen Gesetzes zur Gleichstellung von Menschen mit Behinderungen (Hamburgisches Behindertengleichstellungsgesetz – HmbBGG), welches die Einführung aller neu einzuführenden Produkte und Dienstleistungen seitens der Stadt barrierefrei vorschreibt, zu.

## 3. **Petition**

Der Senat beantragt, die Bürgerschaft möge von der beiliegenden Strategie Digitale Mobilität Kenntnis nehmen.

### **Anlage:**

Strategie Digitale Mobilität

# Strategie Digitale Mobilität

## Strategie Digitale Mobilität | SDM

### Zusammenfassung

Die Weiterentwicklung der Mobilitätsangebote zu einem nachhaltigen, zukunftssicheren und digital unterstützten Mobilitätssystem ist für Hamburg eine der bedeutendsten Veränderungen und gleichzeitig eine der großen Herausforderungen dieses Jahrzehnts. Digitale Mobilität bezeichnet den Einsatz digitaler Technologien, wie zum Beispiel Smartphone-Apps, Sensoren, künstliche Intelligenz und Vernetzung, um das Mobilitätssystem effizienter, flexibler und benutzerfreundlicher zu gestalten. Dabei stehen das Verständnis und die Berücksichtigung der Bedürfnisse, Wünsche und Anforderungen der Nutzenden im Mittelpunkt. Die Umsetzung einer innovativen Strategie im Bereich der Digitalisierung, Automatisierung und Vernetzung der Mobilität stellt eine zentrale Grundlage für die Umsetzung der Mobilitätswende dar, wie in der Strategie Mobilitätswende (Drucksache 22/13670) formuliert.

Hamburg wird 2025 und 2027 Gastgeber des weltweit größten Mobilitätskongresses sein. Der „Global Public Transport Summit“ der Union Internationale des Transports Publics (UITP) wird weltweite Aufmerksamkeit erzeugen. Als führende Smart City für Mobilität in Deutschland setzt Hamburg sich das Ziel, bis 2030 schrittweise ein auf die Bedürfnisse der Nutzenden und auf die Mobilitätswende ausgerichtetes Mobilitätssystem zu etablieren. Durch automatisierte und vernetzte Angebote wird der öffentliche Personennahverkehr (ÖPNV) einen weiteren Attraktivitätsschub erhalten. Vulnerable Verkehrsteilnehmende wie Zufußgehende oder Radfahrende werden besser geschützt und der wachsende Güterverkehr effizienter bewältigt.

Klassische Verkehrsangebote werden durch On-Demand-Shuttles, die zum Teil autonom betrieben werden, und Sharing-Economy-Lösungen ergänzt. So wird Hamburg seine Position als eine führende europäische Metropole für digitale Mobilität festigen und technologische Fortschritte über seine Grenzen hinaus fördern.

Um den sich verändernden Anforderungen gerecht zu werden, wurde die 2016 vorgelegte Strategie für Intelligente Transportsysteme und Services (ITS) – „ITS-Strategie für Hamburg“ – zur „Strategie Digitale Mobilität“ (SDM) weiterentwickelt. In neun Entwicklungspfaden werden die bereits erzielten Fortschritte

dargestellt und die Roadmap für die Digitalisierung der Mobilität bis 2030 erläutert.

Digitalisierung ist ein Querschnittsthema und erfordert eine behördenübergreifende Zusammenarbeit. Organisatorisch gestaltet dabei federführend die Behörde für Verkehr und Mobilitätswende (BVM) die Umsetzung der SDM. Die im Sommer 2022 etablierte Hochbahn-Tochtergesellschaft New Mobility Solutions Hamburg GmbH (NMS) koordiniert und unterstützt diesen Prozess in Abstimmung mit den Teilnehmenden aus dem Arbeits- und Lenkungsreis zur digitalen Mobilität.

Mit den Erfahrungen aus dem erfolgreichen ITS-Weltkongress 2021 nutzt Hamburg die Chancen der Digitalisierung und Automatisierung, um das Mobilitätssystem weiter auszubauen. Im Rahmen des strategischen Portfoliomanagements werden in der SDM die zentralen Instrumente und Maßnahmen begleitet.

Das Projektportfolio umfasste 2024 237 Projekte, in denen neue Technologien und Ansätze erprobt und demonstriert wurden. 70 aktive Projekte und 25 Projekte in Vorbereitung (Stand 03/2024) zeigen, dass die Digitalisierung der Mobilität weiter vorangetrieben wird. Das Ausrollen von prioritären Projekten steht künftig im Vordergrund, damit diese ihr Potenzial in der gesamten Metropolregion entfalten.

Der Ausbau und Einsatz kooperativer Systeme zwischen Fahrzeugen und Infrastruktur in Hamburg schreitet weiter voran. Bis 2030 sollen erfolgreich getestete „Cooperative Intelligent Transport Systems“-Dienste (C-ITS-Dienste) ausgerollt und stadtweit verfügbar sein, zum Beispiel, um Bus- und Radverkehr zu priorisieren, Radfahrende und Zufußgehende mehr zu schützen und den Umweltverbund insgesamt zu stärken.

Wesentlicher Bestandteil des Hamburg-Takts (künftig sollen alle Hamburgerinnen und Hamburger überall innerhalb von fünf Minuten und 24/7 ein öffentliches Mobilitätsangebot erreichen) ist neben der Kundenzentrierung für mehr Service und Qualität die Ergänzung des konventionellen ÖPNV-Angebots durch ein umfassendes, in das städtische Verkehrssystem integriertes On-Demand-Angebot (MOIA, hvv hop, Taxen etc.). Dieses flexible Angebot soll sich bis 2030 wesentlich auf autonome Fahrzeuge stützen. Für Menschen mit besonderen Beförderungs- und

Hilfebedarfen sollen aber auch Fahrzeuge mit Fahrpersonal verfügbar sein.

Die neuen öffentlichen Mobilitätsangebote unterstützen als weitere Säule neben klassischem ÖPNV, Shared Mobility und Radinfrastrukturen eine nachhaltige Mobilitätswende in Hamburg. Auch im Bereich der Schnellbahnen (U- und S-Bahn) werden die Potenziale der Digitalisierung genutzt und ein (teil-)autonomer, effizienterer und resistenterer Betrieb umgesetzt. Dies umfasst die voll automatisierte U-Bahn-Linie U5, die Fortsetzung der Hochautomatisierung des heutigen Gleichstromnetzes der S-Bahn Hamburg als „Digitale S-Bahn Hamburg“ sowie die Teilautomatisierung des Bestandsnetzes auf Abschnitten der Linie U2 sowie im gesamten Netz der Linie U4 („U-Bahn100“). Die erste vollautomatische U-Bahn-Linie der Hamburger Hochbahn, die U5, wird ab 2027 im ersten Teilabschnitt zwischen Bramfeld und der City Nord – zunächst im Probebetrieb zwischen City Nord und Sengemannstraße – vollständig automatisiert unterwegs sein.

Die Mobilitätsplattform hvv switch bietet ein vernetztes System aus digital buchbaren Tickets, Fahrzeugen und Fahrrädern. Auf der hvv switch App sollen alle im hvv-Gebiet verfügbaren Verkehre angeboten und gebucht werden können. Ziel ist es dabei, das Zusammenspiel der Verkehrsträger des Umweltverbundes effektiv zu verzahnen und den Nutzenden passgenaue Informationen für intermodale Wegeketten zur Verfügung zu stellen. Der Ausbau der hvv switch Punkte auf 222 Standorte ist bis 2024 geplant, und die Integration der Mobilitätsanbieter im Bereich Ridepooling, Carsharing und E-Scooter-Sharing wird kontinuierlich vorangetrieben.

Um die steigenden Ansprüche an ein übergeordnetes Mobilitäts- und Verkehrsmanagement der Zukunft befriedigen zu können, beabsichtigt die BVM, ein Mobility Operating System (MOS) zu entwickeln und schrittweise einzuführen. Basierend auf dem Projekt „#transmove“, indem eine KI-gestützte Software Mobilitätsprognosen erstellt, soll MOS die verschiedenen städtischen Fachanwendungen und Subsysteme des operativen Verkehrs- und Mobilitätsmanagements miteinander vereinen. Dadurch soll eine gemeinsame Entscheidungsgrundlage für wesentliche städtische Leit- und Betriebszentralen, ein Informationsaustausch in Echtzeit und eine szenarienbasierte Entscheidungshilfe ermöglicht werden.

Die digitale Infrastruktur wird durch Systemkomponenten für Kommunikation und

Sensorik erweitert, um Mobilitäts- und Verkehrsdaten kontinuierlich und automatisch zu erfassen. Hierzu gehört auch ein digitales Parkraummanagement. Daten sollen zukünftig verstärkt auch über standardisierte Datenräume und Schnittstellen bereitgestellt werden. Mit der Urban Data Platform Hamburg (UDP\_HH, [www.urbandataplattform.hamburg](http://www.urbandataplattform.hamburg)) gibt es dafür bereits eine leistungsfähige Datendrehscheibe. Interoperable urbane Mobilitätswillinge, die bundesweite Mobilithek oder der Mobility Data Space (MDS) des Bundes fördern den übergreifenden Austausch und sollen schrittweise neue Datenservices bereitstellen.

Die SDM soll die strategischen Ziele aufzeigen und Pfade beschreiben, wie Hamburg weiterhin die Chancen der Digitalisierung nutzen kann, um die Mobilitätswende zu unterstützen und Mobilität für die Bürgerinnen und Bürger bedarfsgerechter, komfortabler, sicherer und effizienter zu gestalten. Für die erfolgreiche Umsetzung ist weiterhin ein kooperatives Handeln aller Behörden, der Industrie und Wissenschaft erforderlich.

## Inhalt

1	Einleitung .....	8
2	Erkenntnisse aus dem letzten Strategieprozess und aktuelle Ausgangssituation .....	10
2.1	ITS-Strategie und ITS-Fortschrittsbericht (2016-2021) .....	11
2.2	Lessons Learned der ITS-Strategie bis 2021.....	15
3	Leitbild, strategische Ziele und Entwicklungspfade.....	16
3.1	Zielarchitektur der Strategie Digitale Mobilität.....	16
3.2	Entwicklungspfade .....	19
3.2.1	Entwicklungspfad Mobilitätszwillinge .....	20
3.2.2	Entwicklungspfad Verkehrsmanagement.....	25
3.2.3	Entwicklungspfad Mobilitätsplattform.....	29
3.2.4	Entwicklungspfad Autonome On-Demand-Shuttles .....	32
3.2.5	Entwicklungspfad Digitale U- und S-Bahn .....	37
3.2.6	Entwicklungspfad Kooperative Systeme.....	40
3.2.7	Entwicklungspfad Digitales Parkraummanagement.....	44
3.2.8	Entwicklungspfad City- und Hafenlogistik .....	47
3.2.9	Entwicklungspfad Erhaltungsmanagement.....	50
4	Organisationsstrukturen Digitale Mobilität .....	53
5	Anhang.....	56
5.1	Quellen und Grundlagendokumente.....	56
5.2	Ausgewählte Maßnahmenvorschläge der Teilnehmenden aus Workshops der Strategieentwicklung.....	57
5.3	Zielerreichung für die Handlungsfelder der ITS-Strategie bis 2021 .....	58



## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Digitalranking für Deutschlands Großstädte im Bereich Mobilität des Bitkom e.V. (2023).....	8
Abbildung 2: Meilensteine bei der Umsetzung der ITS-Strategie.....	10
Abbildung 3: Anzahl der ITS-Projekte im ITS-Dashboard (Stand: 19.09.2023).....	11
Abbildung 4: Handlungsfelder der ITS-Strategie.....	11
Abbildung 5: Eindrücke des ITS Weltkongresses 2021 in Hamburg © ERTICO .....	12
Abbildung 6: Projektübersicht im RealLabHH .....	14
Abbildung 7: Zielarchitektur der Strategie Digitale Mobilität (SDM).....	16
Abbildung 8: Legende der Projekt-Entwicklungspfade.....	19
Abbildung 9: Entwicklungspfad Mobilitätswillinge   Von der Verkehrsdatenerfassung und -bereitstellung zu aufgabenspezifischen Mobilitätswillingen .....	20
Abbildung 10: Steuerungskreislauf des Sharing-Mobility-Fachzwillings .....	21
Abbildung 11: Konzeptioneller Aufbau des Urbanen Digitalen Zwillings gem. CUT-Projekt (Schubbe et al. 2023) .....	23
Abbildung 12: Entwicklungspfad Verkehrsmanagement   Vom Demonstrator zum digitalen und automatisierten Verkehrsmanagement .....	25
Abbildung 13: „#trasmove – KI-gestützte Mobilitätsprognosen“ ermöglicht auf Grundlage des Mobilitäts-Dashboards Mobilitätsprognosen und eine Kommentarfunktion für die Ad-hoc-Verkehrsplanung .....	26
Abbildung 14: Hamburger Urban-Air-Mobility-Projekte und -Aktivitäten .....	27
Abbildung 15: Entwicklungspfad Mobilitätsplattform   Digitale Vertriebsinfrastruktur im ÖPNV .....	29
Abbildung 16: Entwicklungspfad Autonome On-Demand-Shuttles   Von ersten On-Demand-Verkehren zum autonomen Ridepooling.....	32
Abbildung 17: Der Weg zu 10.000 autonomen Ridepooling-Fahrzeugen (Quelle: MOIA) .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Abbildung 18: Entwicklungspfad Digitale U- und S-Bahn   Von der Machbarkeitsstudie zum teil- und vollautomatisierten Schienenverkehr.....	37
Abbildung 19: Entwicklungspfad Kooperative Systeme   Von C-ITS-Testfeldern zum Roll-out und Betrieb von C-ITS-Diensten .....	40
Abbildung 20: C-ITS-Dienste in Hamburg (Quelle: LGV) .....	43
Abbildung 21: Entwicklungspfad Parkraummanagement   Von der Parkplatzdetektion zum vollständigen digitalen Parkraummanagement.....	44
Abbildung 22: Entwicklungspfad City- und Hafenlogistik   Von der smarten Citylogistik zum autonomen Warentransport .....	47
Abbildung 23: Entwicklungspfad Erhaltungsmanagement   Von der digitalen Zustandserfassung zum automatisierten Erhaltungsmanagement.....	50
Abbildung 24: ITS-Projekte (BVM, BWI, LSBG) mit Förderanteilen – Stand: Dezember 2023 .....	54
Abbildung 25: Ausgewählte Maßnahmenvorschläge aus den sieben ITS-Workshops im Zeitraum (Q2 2022–Q1 2023) zur Strategiefortschreibung.....	58



## Abkürzungsverzeichnis

AFGBV	Autonome-Fahrzeuge-Genehmigungs-und-Betriebs-Verordnung
ATO	Automatic Train Operation
aVME	automatisierte Verkehrsmengenerfassung
AVP	Automatisiertes Valet Parking
BiDiMoVe	„Bidirektional, Multimodal, Vernetzt“. Zielsetzung des Projekts ist die dynamische und bedarfsgerechte Priorisierung des ÖPNV an Ampeln mittels Vernetzung
BMDV	Bundesministerium für Digitales und Verkehr
BOS	Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BOS) Realtime-Routing
B+R	Bike and Ride
BVM	Behörde für Verkehr und Mobilitätswende
BWI	Behörde für Wirtschaft und Innovation
BWVI	Behörde für Wirtschaft, Verkehr und Innovation
CAM	Cooperative Awareness Messages (kooperative Wahrnehmungsnachrichten)
CCAM	Cooperative Connected and Automated Mobility
CIIK	C-ITS Infrastruktur Kompetenzteam
C-ITS	Cooperative Intelligent Transport Systems
CUT	Connected Urban Twins
DaQuAI	Datenqualität durch AI (künstliche Intelligenz)
DB	Deutsche Bahn
DSD	Digitale Schiene Deutschland
ERTICO	European Road Transport Telematics Implementation Coordination Organisation
ETCS	European Train Control System
F&E	Forschung und Entwicklung
Gaia-X 4 ROMS	Support und Remote-Operation automatisierter und vernetzter Mobility Services
GoA	Grade of Automation
HEAT	Hamburg Electric Autonomous Transportation
HHLA	Hamburger Hafen- und Logistik AG
HPA	Hamburg Port Authority AöR
hvv	Hamburger Verkehrsverbund
I2V	Infrastructure-to-Vehicle (Infrastruktur-Fahrzeug-Kommunikation)
IKEM	Institut für Klimaschutz, Energie und Mobilität e. V.
ITS	Intelligent Transport Systems (intelligente Transportsysteme und Services)
KEP-Dienst	Kurier-Express-Paket-Dienst
KI	Künstliche Intelligenz
KIT	Karlsruher Institut für Technologie
LBV	Landesbetrieb Verkehr
LGV	Landesbetrieb Geoinformation und Vermessung
LiDAR	Light Detection And Ranging; eine Methode zur optischen Abstands- und Geschwindigkeitsmessung
LIHH	Logistik Initiative Hamburg
Lkw	Lastkraftwagen
LSA	Lichtsignalanlagen
LSBG	Landesbetrieb Straßen, Brücken und Gewässer
MaaS	Mobility-as-a-Service
MIV	Motorisierter Individualverkehr
MOS	Mobility Operating System
MoU	Memorandum of Understanding (Absichtserklärung)
NLZ	Neue LSA Zentralsteuerung
NMS	New Mobility Solutions
NPM	Nationale Plattform Zukunft der Mobilität
OBU	On-Board Unit
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
ÖV	Öffentlicher Verkehr

Pkw	Personenkraftwagen
PMO	Projektmanagement-Office
P+R	Park and Ride
RealLabHH	Reallabor Hamburg
RLVW	Red Light Violation Warning
ROKS-HH	Roll-out Kooperative Systeme in der Hansestadt Hamburg
RSU	Roadside Unit
SAE	Society of Automotive Engineers; Verband der Automobilingenieure
SDM	Strategie Digitale Mobilität
SmaLa	Smarte Ladezonen
SPTI	Signal Phase and Timing Information
StVG	Straßenverkehrsgesetz
TaBuLa	Testzentrum automatisiert verkehrende Busse in Lauenburg
TAVF	Teststrecke für automatisiertes und vernetztes Fahren
TIMS	Traffic Information Management System
TJAW	Traffic Jam Ahead Warning
TLF	Traffic Light Forecast
TTG	Time-to-Green
TU	Technische Universität
UAM	Urban Air Mobility
UDP	Urban Data Platform
UITP	Union Internationale des Transports Publics
USP	Urban Smart Park
VHH	Verkehrsbetriebe Hamburg-Holstein
VRU	Vulnerable Road User (vulnerable Verkehrsteilnehmende)
V2V	Vehicle-to-Vehicle (Fahrzeug-zu-Fahrzeug-Kommunikation)
V2X	Vehicle-to-Everything (Fahrzeug-Kommunikationssystem, das V2I (Vehicle-to-Infrastructure), V2N (to-Network), V2V (to-Vehicle), V2P (to-Pedestrian), V2D (to-Device) zusammenfasst)

# 1 Einleitung

Hamburg ist eine attraktive Metropole mit stetigem Wachstum und hoher nationaler und internationaler Anziehungskraft. Ihre Attraktivität und Leistungsfähigkeit, die Lebensqualität und die Erwerbschancen sind unmittelbar mit attraktiven Mobilitätsangeboten für alle verknüpft. Es ist im Interesse Hamburgs, ein leistungsstarkes, zukunftsfähiges und bezahlbares Mobilitätsangebot für alle Verkehrsträger vorzuhalten und laufend weiterzuentwickeln. Zugleich steht Hamburg vor der Herausforderung, den mit einem beständig steigenden Mobilitätsbedarf einhergehenden Auswirkungen auf das Klima, die Gesundheit und die Lebensqualität zu begegnen.

Mit der zweiten Fortschreibung des Hamburger Klimaplanes hat sich Hamburg dazu verpflichtet, die CO<sub>2</sub>-Emissionen bis 2030 im Vergleich zu 1990 um 70 Prozent zu senken und Netto-CO<sub>2</sub>-Neutralität bis 2045 zu erreichen. Zudem hat sich der Hamburger Senat zum Ziel gesetzt, den Anteil der im Umweltverbund (ÖPNV, Rad-, Fußverkehr) zurückgelegten Wege im Laufe des Jahrzehnts auf 80 Prozent zu erhöhen. Zentrale Programme wie die Strategie Mobilitätswende, die Strategie Hamburg-Takt, die Radverkehrsstrategie oder die Elektrifizierung der städtischen Flotten zahlen auf diese Ziele ein. Neben den Anforderungen des Klima- und Umweltschutzes stärkt die Digitalisierung den Trend zur Vernetzung, zu autonomen Systemen, digitalen Technologieplattformen, neuen Geschäftsmodellen und Dienstleistungen.

Neben umfassenden Ausbaumaßnahmen zur Erreichung der Klima- und Mobilitätsziele setzt Hamburg als eine der führenden Städte in Deutschland auf die Digitalisierung und Automatisierung der Mobilität, um ein modernes, nachhaltiges und effizientes Mobilitätsangebot anbieten zu können, das stringent an den Bedürfnissen der Nutzenden ausgerichtet wird. Die Digitalisierung der Mobilität wird dabei ganzheitlich und verkehrsträgerübergreifend betrachtet.

Hamburg hat sich als Stadt der Mobilität der Zukunft etabliert. Dank der engen Zusammenarbeit von Behörden, Unternehmen und Wissenschaft sowie der Förderung von Industriepartnerschaften hat Hamburg ein experimentierfreudiges Klima für neue Mobilitätsformen geschaffen und bereits Meilensteine erreicht: Nach erfolgreicher Ausrichtung des ITS-Weltkongresses 2021 wird Hamburg in den Jahren 2025 und 2027 erneut internationale Aufmerksamkeit als Austragungsort des weltgrößten Mobilitätskongresses, dem UITP Global Public Transport Summit, erfahren. Im Smart City Index des Bitkom e.V. belegt Hamburg in der Kategorie Mobilität im Jahr 2023 die Spitzenposition. Damit führt Hamburg nach 2020 und 2021 das Digitalranking im Themenbereich Mobilität zum insgesamt dritten Mal an.

Mobilität			
Platz	Tendenz	Stadt	Index
1	↗ +1	Hamburg	98.4
2	↘ -1	Nürnberg	91.3
3	↗ +3	Dresden	90.1
4	↘ -1	Berlin	87.3
5	↗ +4	Aachen	86.7
6	↑ +15	Frankfurt am Main	82.7
7	↑ +13	Bonn	82.1
8	↘ -3	Köln	82.1
9	↗ +3	Potsdam	80.7
10	↗ +1	Bochum	80.6

Abbildung 1: Digitalranking für Deutschlands Großstädte im Bereich Mobilität des Bitkom e.V. (2023)

Hamburg hat das Projekt Reallabor Hamburg (RealLabHH) der Nationalen Plattform Zukunft der Mobilität erfolgreich umgesetzt und war 2021 Ausrichter des Nationalen Radverkehrskongresses. Mit bisher über 230 ITS- und digitalen Mobilitätsprojekten und der Mitwirkung im Mobility Data Space bietet Hamburg ein breites Spektrum an innovativen Lösungen auf lokaler, nationaler und internationaler Ebene für ein nachhaltiges Mobilitätssystem der Zukunft.

Als Grundlage für die Digitalisierung der Mobilität in Hamburg dienen die Digitalstrategie für Hamburg (Drucksache: 21/19800) und die Strategie Mobilitätswende (Drucksache 22/13670). Zudem bestehen Überschneidungen zu weiteren (Teil-)Strategien:

- Die Strategie Hamburg-Takt (2020)
- Die zweite Fortschreibung des Hamburger Klimaplan (Drucksache 22/12774)
- DS#2 – Fortschreibung der ersten Digitalstrategie der Behörde für Wirtschaft, Verkehr und Innovation (BWVI), aus der sich u. a. die Strategie Digitale Mobilität ableitet (2024)
- Hafententwicklungsplan 2040 „Mit Innovationskraft und Qualität zu nachhaltiger Wertschöpfung“ (Drucksache 22/12205)
- Urbane Logistik Hamburg – Strategie für die Letzte Meile (2021) (Drucksache 22/5939)
- Das behördenübergreifende Projekt zur Erarbeitung einer Strategie für das Thema Elektromobilität sowie Ladeinfrastruktur.
- Die ITS-Strategie für Hamburg von 2016 und ihre Fortschreibung im Jahr 2018 zur kontinuierlichen Digitalisierung des Verkehrssystems
- Der Green City Plan Hamburg – Masterplan für die Gestaltung nachhaltiger und emissionsfreier Mobilität in Hamburg im Rahmen des Sofortprogramms Saubere Luft 2017-2020

Um den veränderten Rahmenbedingungen zu begegnen, wird die ITS-Strategie im Rahmen der SDM fortgeschrieben und aktualisiert.

## 2 Erkenntnisse aus dem letzten Strategieprozess und aktuelle Ausgangssituation

Hamburg hat schon früh die Chancen der Digitalisierung für den Mobilitätsbereich erkannt. Der Senat hat bereits im April 2016 als erste Stadt Europas eine ITS-Strategie verabschiedet.



Abbildung 2: Meilensteine bei der Umsetzung der ITS-Strategie

Mit dem Green City Plan Hamburg wurde 2018 ein Masterplan für die Gestaltung nachhaltiger und emissionsfreier Mobilität im Rahmen des Sofortprogramms Saubere Luft beschlossen, auf dessen Grundlage zahlreiche Förderbescheide an Hamburger ITS-Projekte vergeben wurden. Parallel wurden handlungsfähige Organisationsstrukturen in Form eines Projektmanagement-Office (PMO) bei der Hamburger Hochbahn AG, eines Netzwerkmanagement-Office bei der Logistikinitiative Hamburg und der städtischen ITS-Kongressgesellschaft implementiert. 2018 wurde der ITS-Fortschrittsbericht verfasst, in dem Umsetzungsziele für die sechs Handlungsfelder der ITS-Strategie für die Jahre 2021 und 2030 festgelegt und vom Senat verabschiedet wurden. Mit dem ReallabHH in den Jahren 2020-2021 wurden zwölf Teilprojekte im Rahmen der Nationalen Plattform Zukunft der Mobilität (NPM) umgesetzt. Der 27. ITS-Weltkongress 2021 fand nach der erfolgreichen Bewerbung im Oktober 2015 sechs Jahre später in Hamburg mit mehr als 15.000 Besucherinnen und Besuchern statt und war somit der bisher nach dem Besucheraufkommen größte aller bisher stattgefundenen Kongresse.

Im Jahr des Weltkongresses endete 2021 erfolgreich auch ein Großteil der mehr als 200 ITS-Projekte, da es ein Zwischenziel war, beim Weltkongress interessante Projekte und Inhalte zu präsentieren, um diese bei Eignung gesamtstädtisch auszurollen.

Nach dem ITS-Weltkongress 2021 ist Hamburg mit dem Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV) in den Austausch gegangen, um die Metropolregion Hamburg als Region zu etablieren, in der digitale Mobilität erlebbar gemacht wird. Dazu wurde 2022 eine Absichtserklärung zur Zusammenarbeit bei digitalen Mobilitätsprojekten und die Gründung der „Metropol-Modellregion Mobilität Hamburg“ zwischen Hamburg und dem BMDV unterzeichnet. Hierbei spielen die Ziele der SDM eine wichtige Rolle, um einen ganzheitlichen Ansatz für eine nachhaltige und innovative Mobilität zu schaffen.

## 2.1 ITS-Strategie und ITS-Fortschrittsbericht (2016-2021)

Mit der Strategie für die Weiterentwicklung und Umsetzung Intelligenter Transportsysteme und Services (ITS) – „ITS-Strategie für Hamburg“ – aus dem Jahr 2016 sowie dem Fortschrittsbericht dieser Strategie aus 2018 hat Hamburg Wege aufgezeigt, wie digitale Lösungen die Verkehrssicherheit erhöhen können, verkehrsbedingte Umwelteinwirkungen gesenkt werden, die Verlässlichkeit und Effizienz erhöht sowie gute und sichere Informationsverteilung und Innovationen gefördert werden.

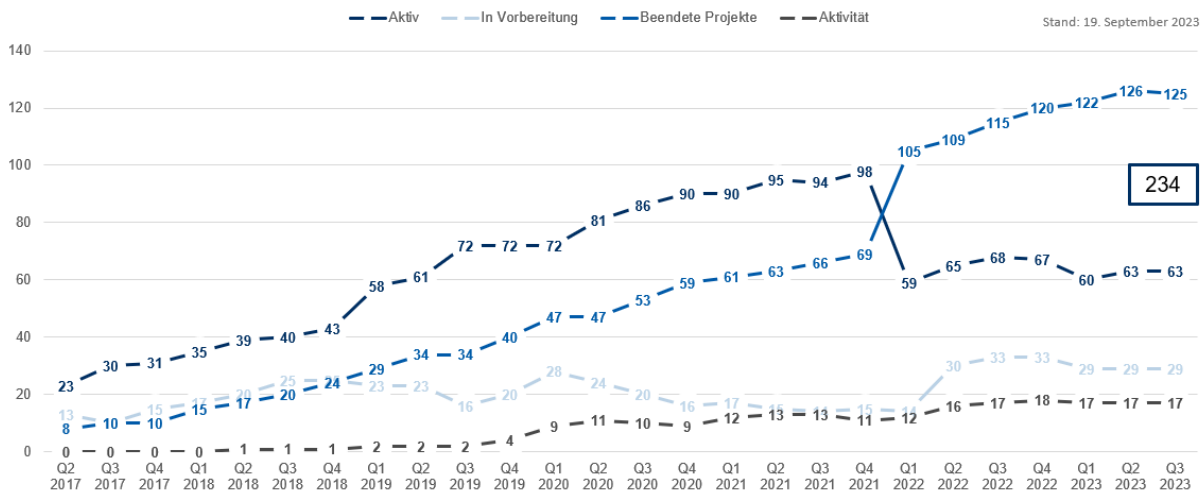


Abbildung 3: Anzahl der ITS-Projekte im ITS-Dashboard (Stand: 19.09.2023)

Ende 2021 umfasste das Projektportfolio über 200 Projekte, in denen zahlreiche neue Technologien und Ansätze erprobt und demonstriert wurden. Der Fokus galt 42 sogenannten Ankerprojekten, welche eine maßgebliche Wirkung auf die Erreichung der Ziele der ITS-Strategie hatten und eine wichtige Grundlage für andere ITS-Projekte darstellten. Die 200 ITS-Projekte lassen sich den sechs Handlungsfeldern der ITS-Strategie zuordnen:

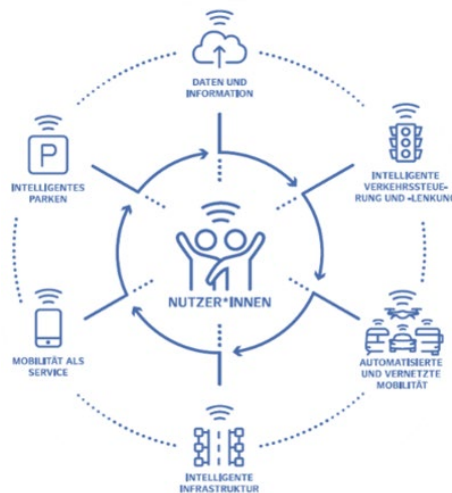


Abbildung 4: Handlungsfelder der ITS-Strategie



## ITS Weltkongress 2021 in Hamburg

Der ITS Weltkongress ist die wichtigste internationale Fachveranstaltung im Bereich der intelligenten Verkehrssysteme und Services. Vom 11. bis 15. Oktober 2021 trafen sich Fachkundige aus der Mobilitäts-, Logistik- und IT-Branche sowie Vertreterinnen und Vertreter aus Politik und von Verbänden in Hamburg. Der Kongress fand unter dem Motto „Experience Future Mobility Now“ statt. Die Gastgeberstadt begrüßte insgesamt über 13.200 Teilnehmende aus 66 Ländern, und es wurde eine Rekordzahl von 15.000 Anmeldungen erreicht. Annähernd 4.000 Bürgerinnen und Bürger besuchten den Public Day mit eigenem Vortragsprogramm, Messerundgängen und Vorführungen von technischen Demonstrationen. Zu den Höhepunkten des Kongresses zählten u. a. der Premierflug der Lastendrohne „VoloDrone“ auf dem „homePORT“-Gelände, welches von der Hamburg Port Authority (HPA) parallel zum Kongress für Demonstrationen im Bereich Urban Air Mobility (UAM), für Wasser- und Unterwasserdrohnen errichtet wurde. Weitere Besonderheiten bildeten die Mobility Transition Tours, die, thematisch gegliedert, annähernd 100 ITS-Projekte in vier fachlichen Rundkursen durch die Stadt präsentierten. Im Ausstellungsbereich wurden täglich mehrmals geführte Rundgänge sowohl für Fachbesuchende als auch für die interessierte Öffentlichkeit am Public Day angeboten. Ein weiteres Schlüsselement des ITS Weltkongresses war der ITS-Summit, bei dem mehr als 70 Ministerinnen und Minister, Bürgermeisterinnen und Bürgermeister, Branchenführende und hochrangige Vertreterinnen und Vertreter nationaler und lokaler Regierungen aus über 20 Ländern zusammenkamen, um zu diskutieren, wie intelligente und umweltfreundliche Mobilität zu nachhaltigem Wachstum und einem besseren Umfeld für die Bevölkerung beitragen kann.



Abbildung 5: Eindrücke des ITS Weltkongresses 2021 in Hamburg © ERTICO



### *ITS-Netzwerke und Industriekooperationen*

Ab 2016 hat sich Hamburg in nationale und internationale Netzwerke verstärkt eingebracht. Möglich war dies durch die Einbindung von Hamburger ITS-Themen auf zahlreichen Fachveranstaltungen sowie das aktive Mitwirken in verschiedenen Gremien, Plattformen und Arbeitsgruppen. Beispielhaft genannt werden können die Mobility as a Service (MaaS) Alliance, die Plattform TM2.0, die private und öffentliche Stakeholder im Bereich Verkehrsmanagement zusammenbringt, das internationale und europäische ITS-Programmkomitee sowie der nationale Digital-Gipfel. Insbesondere die Mitgliedschaft im europäischen ITS-Netzwerk European Road Transport Telematics Implementation Coordination Organisation (ERTICO) war produktiv, da eine Vielzahl von Fördermöglichkeiten genutzt werden konnte.

Die stets anbieter- und technologieoffene Zusammenarbeit mit der Industrie erfolgte seit 2016 mit Partnerfirmen wie Volkswagen, Mercedes-Benz, BMW, Siemens Mobility, Deutsche Bahn, Continental, HERE, Deutsche Post/DHL und der Telekom auf Basis von Absichtserklärungen (Memorandum of Understanding (MoU)) mit regelmäßigen Meetings. So wurde z. B. über das Volkswagen-MoU der vollelektrische Ridepooling-Service MOIA erfolgreich über die Stadt ausgerollt und aktuell bis 2025 für den autonomen Betrieb weiterentwickelt. Auch die Tiefenintegration von MOIA-Services in die städtische Mobilitätsplattform hvv switch ist Teil der gemeinsamen Kooperation. Die Deutsche Bahn konnte mit der Digitalen S-Bahn Hamburg den weltweit ersten Regelbetrieb auf der Linie S2/S21 aufnehmen und neben der Umgestaltung von ausgewählten Bahnhöfen einen On-Demand-Shuttle-Service etablieren, der inzwischen über die Verkehrsbetriebe Hamburg-Holstein (VHH) unter dem Namen hvv hop als Mobilitätssystem für die Letzte Meile in ausgewählten Stadtquartieren und im Hamburger Umland angeboten wird.

### *Reallabor Hamburg für Digitale Mobilität*

Im Jahr 2020 wurde das RealLabHH auf Initiative der NPM mit insgesamt elf Teilprojekten in Hamburg gestartet. Mithilfe von digitalen Mobilitätslösungen sollte gezeigt werden, wie kommunale Verkehrssysteme nachhaltiger, sicherer, komfortabler und zuverlässiger gestaltet sowie auf ihren Rechtsrahmen geprüft werden können. Dabei wurden unter anderem eine digitale Plattform, autonomes Fahren, On-Demand-Verkehre, intelligente Logistiklösungen, Kollisionswarnsysteme und ein digitales Andreaskreuz erprobt. Die Projekte liefen im städtischen wie auch im suburbanen Raum und schlossen eine Dialogstrategie ein.



Abbildung 6: Projektübersicht im RealLabHH

## 2.2 Lessons Learned der ITS-Strategie bis 2021

Um die bisherigen Ergebnisse und Wirkungen der bestehenden Projekte vor dem Hintergrund eines weiteren Roll-outs bewerten zu können, wurden nach dem ITS Weltkongress 2021 bis in das Frühjahr 2022 die Projektverantwortlichen der ITS-Projekte zu deren detaillierten Einschätzungen und Handlungsempfehlungen aus den jeweiligen Projekten gebeten. Die Ergebnisse stellen eine wichtige Empfehlung dafür dar, bei welchen Projekten eine Skalierung aus fachlicher Sicht sinnvoll erscheint.

Eines der zentralen Ergebnisse war die Notwendigkeit eines übergeordneten Verkehrs- und Mobilitätsmanagementsystems (MOS), das die Vernetzung der städtischen Leit- und Betriebszentralen sowie den Austausch von Informationen in Echtzeit fördert. Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die Förderung hybrider Vehicle-to-Everything(V2X)-Kommunikation (ITS G5, 5G) bei C-ITS-Diensten. Dabei geht es darum, dass Fahrzeuge untereinander und / oder mit der Verkehrsinfrastruktur kommunizieren, z.B. zu Unfällen, oder Einsatzfahrzeuge mit den Ampeln auf einer zu fahrenden Strecke. Diese ersten Anwendungen sollten weiter vorangetrieben und ausgebaut werden, um eine nahtlose Vernetzung der Verkehrsteilnehmenden zu gewährleisten. Die öffentliche Teststrecke für Automatisiertes und Vernetztes Fahren (TAVF) wurde als offene Teststrecke für alle Nutzenden zur Erprobung innovativer Mobilitätslösungen identifiziert und – so die Empfehlung – sollte weiterhin genutzt werden. Darüber hinaus wurde empfohlen, vorhandene Systemarchitekturen als Grundlage für weitere Vorhaben zu nutzen, wie beispielsweise im Fall von BiDiMoVe (Bidirektional, Multimodal, Vernetzt). Die vorausschauende Instandhaltung (Predictive Maintenance) von Bauwerken und Verkehrssystemen ist ein weiteres wichtiges Thema, um eine sichere und zuverlässige Betriebsführung zu gewährleisten. Es wurde empfohlen, die Standardisierung und Harmonisierung in der Branche durch die Mitwirkung in Gremien zu unterstützen und voranzutreiben. Im Rahmen des Projektmanagements sollten auch die Betriebs- und Einbaukosten frühzeitig berücksichtigt werden. Die Themen Datensicherheit und Datenschutz sind grundsätzlich hoch zu priorisieren, um die Akzeptanz der Nutzenden sicherzustellen. Zukünftig sollte darauf geachtet werden, Daten zur Nutzung im Regelbetrieb und in weiteren Projekten kosten- und diskriminierungsfrei bereitzustellen. Die weiterführende Nutzung der Public Key Infrastructure wurde als Erfolgsfaktor angesehen.

Wichtige Erkenntnis mit Blick auf den Sachstand der Projekte war, dass trotz der externen Umstände wie der Covid-19-Pandemie zahlreiche Projekte im Bereich der intelligenten Verkehrssysteme wie geplant durchgeführt werden konnten. Von den befragten 65 Projekten konnten 80 Prozent wie geplant umgesetzt werden. Dies zeigt den Gemeinschaftssinn und die Fachexpertise der ITS-Community, die auch während der Pandemie zusammengearbeitet und neue Technologien, Kooperationen und Innovationen fortlaufend integriert hat. Der ITS Weltkongress kann im Nachhinein als Treiber für die ITS-Community verstanden werden, in dessen Zusammenhang zahlreiche Projekte angestoßen und erfolgreich umgesetzt wurden. Eine vollständige Ausstattung der Infrastruktur für das autonome Fahren bis 2030 wurde aufgrund der fahrzeugseitigen Entwicklungen auf diesem Gebiet hinfällig, da autonome Fahrzeuge inzwischen kaum infrastrukturseitige Unterstützung benötigen, um ihre Funktionen auszuführen.

Die Zielsetzungen in einigen anderen ITS-Projekten wurden hingegen übererfüllt. Z. B. wurde im Projekt Traffic Light Forecast (TLF) die Anzahl der über die Urban Data Platform Hamburg bereitgestellten Knoten mit Kreuzungstypologien (MAP-Dateien) übertroffen (727 statt 700). Weitere Darstellungen zu den einzelnen Projektentwicklungen und den Lessons Learned sind dem Anhang zu entnehmen.

### 3 Leitbild, strategische Ziele und Entwicklungspfade

#### 3.1 Zielarchitektur der Strategie Digitale Mobilität

In Anlehnung an die bisher erfolgreich umgesetzte ITS-Strategie und deren Fortschreibung wird diese unter der Bezeichnung **Strategie Digitale Mobilität (SDM)** weiterentwickelt und soll als ein Treiber der Mobilitätswende verstanden werden. Folgende Zielarchitektur strukturiert die SDM:

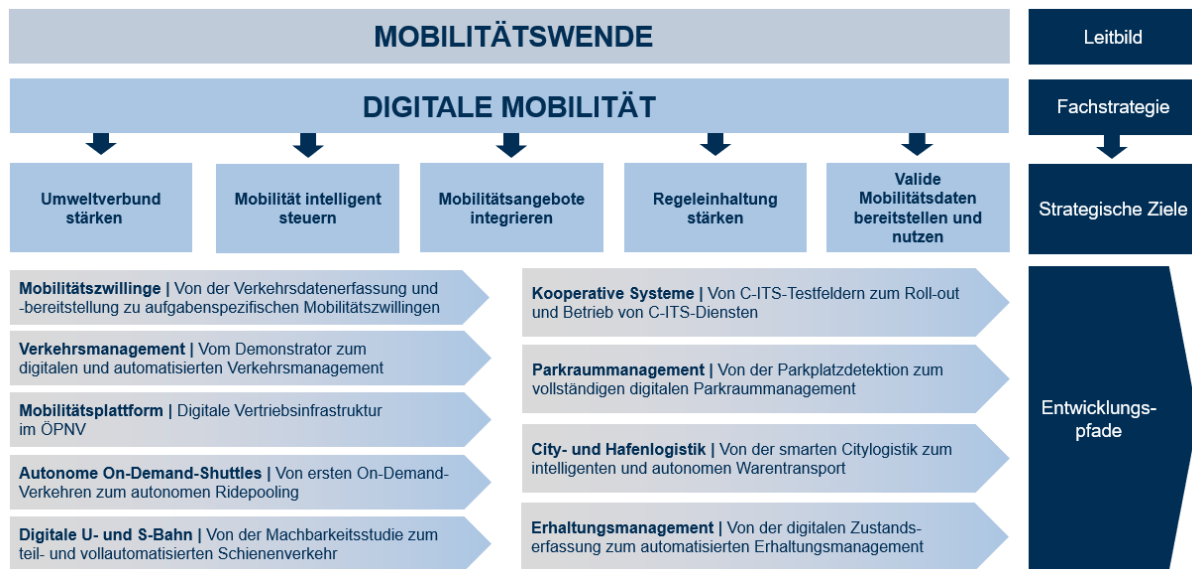


Abbildung 7: Zielarchitektur der Strategie Digitale Mobilität (SDM)

Die SDM soll als Fachstrategie dazu beitragen, die Mobilitätswende durch digital vernetzte Mobilitätsangebote zu unterstützen und die Klimaschutzziele zu stärken. Von zentraler Bedeutung für die Erreichung dieser Ziele ist neben der Umstellung auf alternative Antriebe der „Modal Shift“ – eine Verlagerung von Wegen, die bisher im motorisierten Individualverkehr (MIV) zurückgelegt werden, auf die Verkehrsmittel des Umweltverbunds, bestehend aus ÖPNV, dem Fuß- und Radverkehr sowie On-Demand- und Sharing-Angeboten. Ziel des Senats ist es, den Anteil der Wege, die im Umweltverbund zurückgelegt werden, bis 2030 auf 80 Prozent zu steigern. Der Angebotsausbau im Umweltverbund ist dabei ein maßgeblicher Hebel zum Erreichen dieser Ziele. Für die Bewältigung des wachsenden Güterverkehrs sind intelligente Lösungen unerlässlich. Hamburg wird sich weiterhin in die Spitzengruppe der europäischen Metropolen einreihen und diese Entwicklung mit autonomen On-Demand- und Mobilitätsangeboten der Sharing Economy vorantreiben, den Schutz der schwächeren Verkehrsteilnehmenden berücksichtigen und das öffentliche Verkehrssystem ergänzen.

Aus der in Abb. 7 dargestellten Zielarchitektur lassen sich die strategischen Ziele ableiten. Sie knüpfen an die Ziele der ITS-Strategie 2016 an. Damit soll eine nachhaltige, effiziente und sichere Mobilität für alle Verkehrsteilnehmenden erreicht werden. Die strategischen Ziele greifen ineinander, um eine zukunftssichere digitalisierte Mobilität zu ermöglichen, die den Bedürfnissen aller Nutzenden gerecht wird und gleichzeitig die Umweltbelastung minimiert. Für die Planung und Umsetzung künftiger Digitalprojekte und Digitalaktivitäten im Mobilitätsbereich sollen für die Strategie Digitale Mobilität die folgenden Ziele berücksichtigt werden:

### *Umweltverbund stärken*

- Das Zusammenspiel der Verkehrsträger des Umweltverbundes verbessern, um so die Nutzung intermodaler Wegekettens zu befördern.
- Neue Technologieansätze und Mobilitätsangebote im ÖPNV zum Einsatz bringen, wie z. B. emissionsfreie und hoch automatisierte Fahrzeugflotten im Regelbetrieb.
- Den ersten Teilabschnitt der U5 voll automatisiert betreiben, Abschnitte der U2 und U4 teilautomatisiert fahren und den Einsatz voll automatisierter Fahrzeuge im Hamburger S-Bahnnetz erhöhen.
- Schienengebundene Verkehrsinfrastruktur soll mithilfe neuester digitaler Modellierungstechnologien geplant, gebaut und betrieben werden.
- Die Technologie der Busbevorrechtigung an LSA anpassen, um die Attraktivität des ÖPNV durch Reisezeitverkürzung und dynamische, bedarfsgerechte Priorisierung zu steigern.
- Die Planung der Infrastruktur für Rad- und Fußverkehre durch zusätzliche Verkehrsdaten zu verbessern.
- Die Attraktivität des Fuß- und Radverkehrs digital erhöhen, indem analoge und digitale Dienste bereitgestellt werden.
- Neue Dienste wie Ridesharing und -pooling einführen.
- Mobilitätseingeschränkten Personen im öffentlichen Straßenraum, Nahverkehr und über digitale Angebote Lösungen anbieten, welche die Teilhabe an Leben und Verkehr verbessern.

### *Mobilität intelligent steuern*

- Ein übergeordnetes, verkehrsträgerübergreifendes intelligentes Verkehrsmanagementsystem aufbauen und nutzen, um Einschränkungen der geplanten Mobilitätskapazitäten (z. B. durch verkehrliche Störungen) zu managen.
- Vorhersehbare Ereignisse konkret und zeitgenau in das Verkehrsmanagement einbeziehen und das Verkehrsaufkommen in Echtzeit nach Verkehrsarten und fahstreifengenau differenzieren.
- Leitstellen und Betriebszentralen für aktive Reaktionen auf Verkehrssituationen und ein verkehrsträgerübergreifendes, vorausschauendes Informationsmanagement digital vernetzen.
- Verkehre durch die Bereitstellung von Echtzeitinformationen und gezielte Verkehrslenkungsmaßnahmen bewusst verlagern und vermeiden, um Verkehrsspitzen zu reduzieren.
- Bei der Lichtsignalanlagensteuerung Priorisierungen von Bussen, Radfahrenden und Zufußgehenden prüfen.
- Die jeweiligen Signalfarben der Ampel (LSA-Signale) auch über digitale Kommunikationswege zur Verfügung stellen.
- Mobilitätseingeschränkten Personen im öffentlichen Straßenraum, Nahverkehr und über digitale Angebote Lösungen anbieten, welche die Teilhabe an Leben und Verkehr verbessern.

### *Mobilitätsangebote integrieren*

- Eine ganzheitliche, multimodale, nutzerinnen- und nutzerzentriert digitale Mobilitätsplattform betreiben und weiterentwickeln, um anbieterübergreifend über intermodale und multimodale Mobilitätsangebote zu informieren und eine anbieterübergreifende Planung, Buchung und Zahlung zu ermöglichen.

- Öffentliche (hvv, HOCHBAHN, VHH, DB etc.) und private Anbieter (Car-, Bike- und Ridesharing, Taxi, E-Scooter etc.) kooperieren, um die Attraktivität des ÖPNV zu steigern.
- Die digitalen Angebote für das Parkraummanagement mit der Mobilitätsplattform hvv switch verbinden und in diese integrieren.
- Zugangshemmnisse zum klassischen ÖPNV durch digitalen Vertrieb senken.
- Mobilitätseingeschränkten Personen im öffentlichen Straßenraum, Nahverkehr und über digitale Angebote Lösungen anbieten, welche die Teilhabe an Leben und Verkehr verbessern.

#### *Regeleinhaltungen stärken*

- Sicherheitsrelevante cooperative intelligent transport systems-Dienste (C-ITS-Dienste) wie z. B. Stauwarnung oder Rotlicht-Verstoß-Warnung erproben und ausrollen (siehe dazu auch 3.2.6 „Entwicklungspfad kooperative Systeme“).
- Radfahrende und Zufußgehende in Kreuzungsbereichen durch den Einsatz von digitalen und analogen Diensten besser schützen.
- Statische und dynamische Verkehrsdaten nutzen, um die Verkehrssicherheit von vulnerablen Verkehrsteilnehmerinnen und Verkehrsteilnehmern zu erhöhen.
- Die Verkehrsinfrastruktur zur direkten Kommunikation mit den Verkehrsteilnehmenden befähigen.
- Parkraum digital und automatisiert kontrollieren.

#### *Valide Mobilitätsdaten bereitstellen und nutzen*

- Den Bedarf von Verkehrsdaten für C-ITS-Anwendungen und -Dienste identifizieren.
- Mobilitäts- und Verkehrsdaten über die Urban Data Platform (UDP) und/oder Mobilithek des Bundes für interne und externe Nutzende diskriminierungsfrei veröffentlichen, sofern datenschutz- oder sicherheitskritische Daten ausgenommen werden.
- Die Datenqualität sowie die Datenverfügbarkeit aller veröffentlichten Datensätze unter Berücksichtigung relevanter Anwendungsfälle sicherstellen.
- Aussagekräftige Metadateninformationen formulieren, um die Anwendbarkeit der veröffentlichten Daten sicher zu stellen.
- Den Mobilitätswilling Hamburg, der aus verschiedenen aufgabenspezifischen Mobilitätswillingen besteht, entwickeln, um diesen für verschiedenste Anwendungszwecke zu nutzen.
- Die Datenbasis im Bereich Fuß- und Radverkehr sowie Mikromobilität und intermodaler Verkehre verbreitern und verbessern.
- Nutzbarkeit und Nutzungsgrad der vorhandenen Daten(-modelle) erhöhen.

### 3.2 Entwicklungspfade

Abgeleitet von den strategischen Zielen beschreiben neun Entwicklungspfade in der Abfolge eines grafischen Zeitstrahls, wie die Ziele mithilfe von bestimmten Maßnahmen, Projekten oder Aktivitäten erreicht werden können. Einige Projekte sind bereits erfolgreich abgeschlossen und befinden sich im Betrieb, viele Projekte befinden sich zurzeit in der Umsetzung, andere sind geplant und sollen danach ausgerollt werden, um eine nachhaltige, effiziente und sichere Mobilität für alle zu schaffen. Folgende Einteilung ist dabei hinsichtlich des jeweiligen Projektzustands zu unterscheiden:



Abbildung 8: Legende der Projekt-Entwicklungspfade

Anknüpfend an die jeweiligen Zeitstrahlen werden die Entwicklungspfade vorgestellt. In Stichpunkten werden die Handlungsschwerpunkte bis 2030 dargestellt und anschließend der Entwicklungspfad beschrieben. Mithilfe von User Journeys sollen mögliche Erfahrungen verdeutlicht werden, die typische Personen während des gesamten Prozesses der Nutzung digitaler Mobilitätsdienste machen. Dies hilft, die Bedürfnisse der Nutzenden besser zu verstehen und zu identifizieren, wie die digitale Mobilität in Zukunft auf die Bedürfnisse der Nutzenden zugeschnitten werden kann.



### 3.2.1 Entwicklungspfad Mobilitätszwillinge

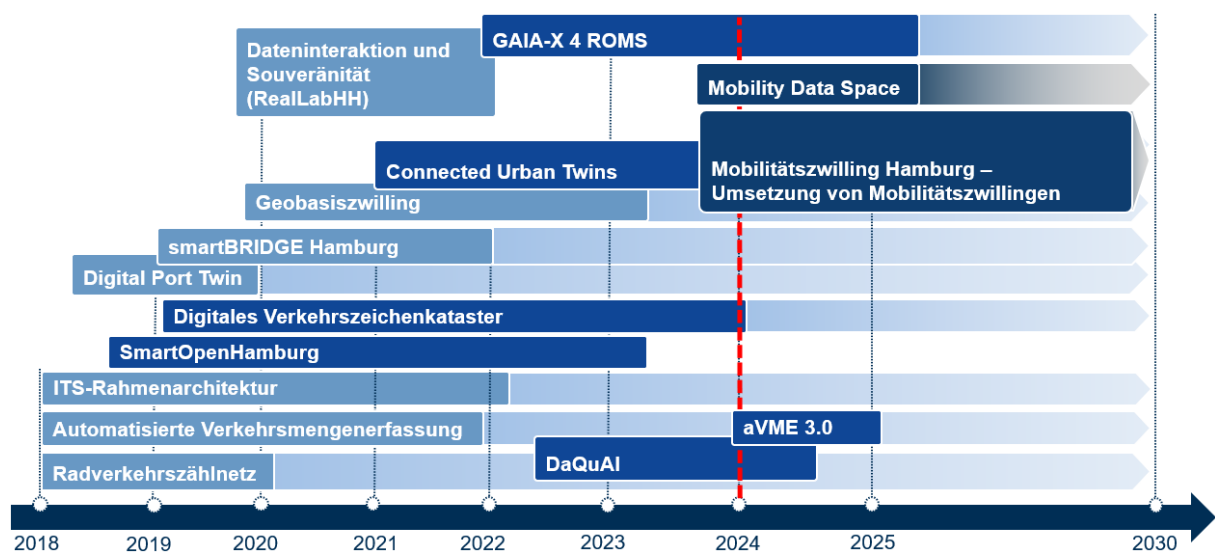


Abbildung 9: Entwicklungspfad Mobilitätszwillinge | Von der Verkehrsdatenerfassung und -bereitstellung zu aufgabenspezifischen Mobilitätszwillingen

#### Handlungsschwerpunkte 2030

- Mobilitätsdaten umfassend digital erheben und über lokale, nationale und europäische Plattformen als Open Data diskriminierungsfrei bereitstellen.
- Die Datenqualität sowie Definition und Gewährleistung der Datenverfügbarkeit mittels eines KI-basierten Ansatzes bestimmen und optimieren.
- Mobilitätszwillinge und deren Instanzen auf Basis von Geobasiszwillings-Komponenten, Fachdaten, Simulationen und Fachanwendungen entwickeln und in einem Katalog, dem sogenannten „Mobilitätszwilling Hamburg“ zusammenführen.
- Digitale Mobilitätszwillinge z. B. zur strategischen Verkehrsplanung und zum operativen Verkehrsmanagement flächendeckend nutzen.

#### Beschreibung des Entwicklungspfades Mobilitätszwillinge

Der Entwicklungspfad Mobilitätszwillinge beinhaltet die transparente und standardisierte Erfassung von Mobilitätsdaten sowie deren Bereitstellung, um diese in den nächsten Jahren in aufgabenspezifischen Mobilitätszwillingen nutzbar zu machen.

Dabei kann bereits auf die Erfahrung aus Projekten zur Entwicklung Digitaler Zwillinge zurückgegriffen werden. Die Rahmeninfrastruktur für Digitale Zwillinge in Hamburg bildet die Urban Data Platform (UDP) in Verbindung mit dem GeoPortal der FHH. In der UDP sind vielfältige Fach-, Planung und Echtzeitdaten FHH-weit zusammengeführt. Durch die im Geobasiszwilling verfügbaren detaillierten Karten sowie mit hochauflösenden Luftbildern und dem 3D-Modell der Stadt erhalten diese Daten den notwendigen Raumbezug. Mit Hilfe dieser Basisdienste können spezifische Fachzwillinge für unterschiedliche Anwendungsfälle in den Bereichen Stadtentwicklung, Umwelt, Mobilität u.a. erzeugt werden. Erste Fachzwillinge sind in Hamburg bereits im Rahmen von Projekten wie SmartOpenHamburg, Digital Port Twin, im RealLabHH (TP2) oder smartBRIDGE entstanden. Diese Digitalen Zwillinge wurden entwickelt, um spezifische Aspekte im Zusammenhang mit prädiktiven Informations- und Entscheidungsunterstützungssystemen für die individuelle und multimodale Mobilität und Logistik in Hamburg zu erforschen. Im Reallabor Hamburg wurde ein Demonstrator entwickelt, um die Vernetzung und Zusammenarbeit mehrerer Partner und Regionen zu ermöglichen. Ein

mehrfach (international) ausgezeichnetes Pilotprojekt eines Digitalen Zwillings ist das HPA-Projekt smartBRIDGE, das die Instandhaltung der alternden Köhlbrandbrücke im Hamburger Hafen mithilfe eines Digitalen Zwillings optimiert (siehe Entwicklungspfad Erhaltungsmanagement, Kap. 3.2.9). Dieses Projekt dient als Blaupause für die Entwicklung Digitaler Zwillinge von Brückenbauwerken im Bundesfernstraßennetz und wurde durch das BMDV im Dokument „Digitaler Zwilling von Brücken – Beitrag zum Masterplan Digitaler Zwilling Bundesfernstraßen“ (Link) veröffentlicht. Begleitend dazu wurde ein interaktives Reallabor, das die Funktionen des Digitalen Zwillings an der Köhlbrandbrücke zeigt, vom BMDV und BIM.Hamburg freigeschaltet. (Link). Die Entwicklungen sind in enger Kooperation zwischen dem BMDV und der BIM.Hamburg entstanden und zeigen konkret, wie ein innovatives und prädiktives Erhaltungsmanagement der Zukunft aussehen kann.

Der Mobilitätszwilling Hamburg umfasst den Themenkomplex Mobilität und stellt eine Sammlung aller aufgabenspezifischen Mobilitätszwillinge dar. Ein Mobilitätszwilling zeichnet sich dadurch aus, dass dieser nicht nur Mobilitätsdaten verwendet, sondern zusätzlich Dienste (z. B. Analyse- oder Simulationsalgorithmen) und weitere Daten anderer Fachgebiete einbezieht, um einen Anwendungsfall zu lösen. Die dadurch gewonnenen Erkenntnisse werden genutzt, um die Verkehre in der Stadt zu steuern und zu optimieren. Somit kann ein aufgabenspezifischer Mobilitätszwilling eine Anwendung zur Verbesserung und Optimierung der Verkehrsplanung oder des Verkehrsmanagements sein.

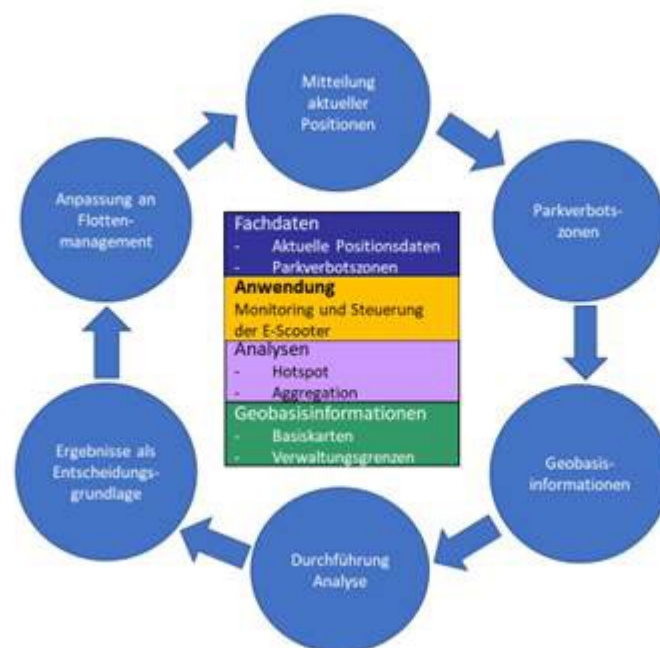


Abbildung 10: Steuerungskreislauf des Sharing-Mobility-Fachzwillings

Die aufgabenspezifischen Mobilitätszwillinge können über standardisierte Schnittstellen Informationen austauschen und darüber miteinander vernetzt werden. Die Gesamtschau aller aufgabenspezifischen Mobilitätszwillinge kann als „Mobilitätszwilling Hamburg“ bezeichnet werden. Der Mobilitätszwilling Hamburg hat im Kontext der SDM eine besondere Rolle, weil er als zentraler und einfacher Zugangspunkt für die Bereitstellung und Visualisierung von Mobilitätsdaten eine wichtige Grundlage für alle anderen Entwicklungspfade der SDM bildet.

In den letzten Jahren hat Hamburg einen besonderen Schwerpunkt auf die Erfassung und Veröffentlichung sowie die Aufbereitung und Visualisierung von Daten gelegt. Dazu gehörten Projekte zur Erfassung der Verkehrsinfrastruktur wie z. B. das digitale Radverkehrsnetz und das Verkehrszeichenkataster, Projekte zur Veröffentlichung von Zustandsdaten der Infrastruktur wie Schaltzuständen von LSA oder Belegungsinformationen von Elektroladesäulen sowie Projekte zur Zählung des Verkehrs, wie die automatisierte Verkehrsmengenerfassung (aVME, Zählung von Kfz) oder das mit derselben Technologie aufgebaute Radverkehrszählnetz (HaRaZÄN).

Valide Mobilitätsdaten zu erfassen und über das Konzept der ITS-Rahmenarchitektur in der UDP Hamburgs bereitzustellen, war und ist ein wichtiger Schritt, um eine zukunftsfähige und nachhaltige Mobilität zu gestalten. Der Fokus lag bis vor einigen Jahren primär auf der Zählung des Kfz-Verkehrs. Erst in den letzten fünf Jahren wurde systematisch begonnen, auch den Radverkehr valide und flächendeckend zu erfassen. Die Erkenntnisse werden auf Behördenseite genutzt, um Straßen- und Radwegeplanungen gezielter vorzunehmen und Maßnahmen zur Verbesserung des Verkehrsflusses und der Verkehrssicherheit zielgerichteter zu ergreifen. Für die nächsten Jahre gilt es, die automatisierten Zählungen zu verstetigen und dabei die Datenverfügbarkeit und die Datenqualität zu erhöhen. Eine entsprechende Aufbereitung und Visualisierung erfolgt über die Geoportale der Stadt, wie z.B. das Verkehrsportal.

Ein weiteres wichtiges Ziel im Laufe des Entwicklungspfad es, Schnittstellen zu neuen Datendrehscheiben herzustellen und zu etablieren. Neben den bereits genutzten Plattformen UDP Hamburg und Mobilithek als nationalem Datenzugangspunkt soll Zugang zu neuen Mobilitätsdatenräumen geschaffen werden, die die Souveränität der Daten sicherstellen und Möglichkeiten neuartiger Dienste und Services bieten. Hervorzuheben sind dabei der Mobility Data Space und der Datenraum ROMS des Projekts Gaia-X 4 ROMS (Remote Operation for Automated and Connected Mobility Services), die dem cloudbasierten Gaia-X-Konzept folgen. Zudem wird dieses Konzept einer neuen Cloud-Infrastruktur durch die Entwicklung von europäischen Standards durch Hamburg unterstützt.

Der Landesbetrieb Verkehr hält für das Parkraummanagement folgende Geodatensätze für Digitale Zwillinge bereit: den öffentlichen Parkraum in ausgewählten Stadtteilen, die Standorte der Parkautomaten sowie die Bewohnerpark- und Sonderbewirtschaftungszonen. Weitere Datensätze sind in Arbeit.

Im Projekt „Connected Urban Twins: Urbane Datenplattformen und Digitale Zwillinge für die Integrierte Stadtentwicklung“ (CUT-Projekt) (siehe Infobox) treibt die FHH die Entwicklung und Anwendung von Digitalen Zwillingen gemeinsam mit den Städten München und Leipzig voran. Ein Ergebnis des CUT-Projekts wird eine DIN-Spezifikation sein (DIN-SPEC 91607: Digitaler Zwilling für Städte und Kommunen), in der ein standardisiertes Baukastensystem zum Aufbau Urbaner Digitaler Zwillinge für die integrierte Stadtentwicklung beschrieben wird. Auf dieser Basis können auch föderierte Mobilitätszwillinge wie z. B. der Mobilitätszwilling Hamburg entstehen.

In dieser DIN-Spezifikation werden auch Qualitätsstandards zur Nutzung von Daten für Urbane Digitale Zwillinge beschrieben, um sicherzustellen, dass mit diesen korrekt und zuverlässig gearbeitet werden kann. Ein wichtiger Aspekt bei der Beurteilung von Datenqualität ist die Unterscheidung zwischen selbst produzierten und veredelten Daten. Zukünftig wird es zunehmend wichtig, eine klare Unterscheidung zwischen diesen Arten von Daten zu treffen, um sicherzustellen, dass die Daten entsprechend richtig eingesetzt werden.

## Das Projekt Connected Urban Twins und die Definition von Urbanen Digitalen Zwillingen

Im Projekt Connected Urban Twins: Urbane Datenplattformen und Digitale Zwillinge für die Integrierte Stadtentwicklung (CUT) wird ein Rahmenwerk zur Operationalisierung von Urbanen Digitalen Zwillingen konzipiert und umgesetzt. Die wesentliche Grundlage eines Urbanen Digitalen Zwillings einer datensouveränen Stadt sind ihre städtischen Geobasisinformationen. Diese Geobasisinformationen definieren den Raumbezug, ermöglichen eine persistente, fachübergreifende Informationsverknüpfung und schaffen damit einen eindeutigen Interpretationsraum. Die Zusammenstellung aller Ressourcen von städtischen Geobasisinformationen kann als Geobasiszwilling zusammengefasst werden.

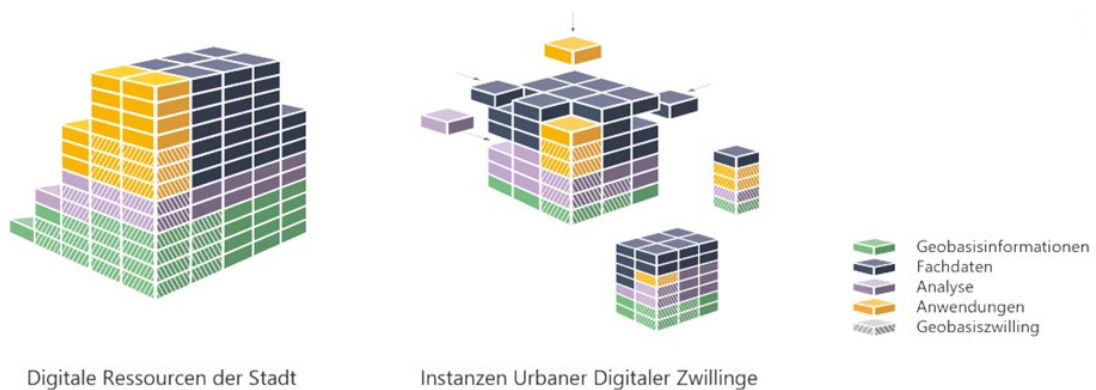


Abbildung 11: Konzeptioneller Aufbau des Urbanen Digitalen Zwillings gem. CUT-Projekt (Schubbe et al. 2023)

Auf einem einheitlichen Geobasiszwilling aufbauend kann ein digitaler Mobilitätszwilling datenbasiert spezifische Mobilitätsfragestellungen zuverlässig beantworten und dabei nicht nur speziell erhobene, sondern alle verfügbaren Daten berücksichtigen. Mobilitätszwillinge sind somit Urbane Digitale Zwillinge zum Thema Mobilität und Verkehr. Da das Thema breit gefächert ist, kann es mehrere aufgabenspezifische Mobilitätszwillinge geben, die verschiedene Fragestellungen beantworten. Diese Zwillinge werden aus den digitalen Ressourcen einer Stadt (Geobasisdaten, Fachdaten, Analysen und Anwendungen) zusammengestellt, die je nach Anwendungsfall variieren. Zudem werden Teile des Geobasiszwillings in diese aufgabenspezifischen Mobilitätszwillinge integriert.

Eine besondere Herausforderung stellen stets die Pflege und Wartung und somit die Sicherstellung der Qualität und Aktualität der erfassten Daten dar, welche für die Verwendung in einem Mobilitätszwilling unerlässlich sind. Dies wird einer der Schwerpunkte der Arbeit in den nächsten Jahren sein. So sollen z. B. die erfassten Kfz- oder Radverkehrsstärken bereits vor einer Veröffentlichung und Nutzung auf Plausibilität geprüft werden. Darüber hinaus werden in einem Folgeprojekt der automatisierten Verkehrsmengenerfassung Möglichkeiten zu einem noch effizienteren Betrieb erarbeitet und die Erhöhung der Datenaktualität hergestellt.

Basierend auf Komponenten des Geobasiszwillings, Fachdaten, Simulationen und Fachanwendungen werden in den nächsten Jahren weitere Mobilitätszwillinge aufgebaut, um Fragestellungen des Verkehrssektors ganzheitlich beantworten zu können und ein besseres Verständnis der Verkehrsströme und -muster zu erlangen. Gleichzeitig ermöglichen standardisierte digitale Mobilitätszwillinge die Reproduzierbarkeit von Ergebnissen und erlauben somit Vergleiche von Simulations- oder Studienergebnissen auf der Basis identischer

Mobilitätsdaten. Am Ende des Entwicklungsprozesses können digitale Fachzwillinge dazu verwendet werden, um Entscheidungen in Bezug auf die Planung und Steuerung des Verkehrssystems zu unterstützen.

### *Fiktive User Journey 2030 – Mobilitätszwillinge*

- Johanna Sommer ist Verkehrsplanerin in der Verkehrsbehörde und kann an ihrem Rechner digitale Mobilitätszwillinge nutzen. Durch die transparente Erfassung und standardisierte Bereitstellung von vernetzten Mobilitätsdaten unter dem Dach des föderierten Mobilitätszwillings Hamburgs stehen Johanna jetzt „mit einem Klick“ Echtzeitinformationen zu allen für ihre Aufgaben relevanten georeferenzierten Fakten aus einer Hand zur Verfügung. Mit den verfügbaren und hochaktuellen Daten aus dem Radverkehrszählnetz und der Möglichkeit der Simulation von Verkehrsströmen, aber auch der hochauflösenden Straßendatenbank kann sie Hamburgs Radwege zielgerichtet und effizient planen und den Ausbau an den Bedürfnissen der Nutzenden ausrichten. Sie weiß, wo die Radfahrenden unterwegs sind, und kann diese Erkenntnisse mit der bestehenden Radinfrastruktur matchen. Durch Simulationen kann sie außerdem die Auswirkungen auf Verkehrsflüsse, Emissionen und Verkehrssicherheit bewerten, bevor die Maßnahmen umgesetzt werden.
- Konstantin Krämer ist Student an einer Hamburger Uni. In seinem Studium muss er oft mit Daten arbeiten und wissenschaftliche Fragestellungen beantworten. Durch die Urban Data Platform der Stadt stehen ihm für seine Projekte vielfältige und aktuelle Daten zur Verfügung, mit denen er sehr schnell statistische Fragestellungen beantworten oder Karten mit den zur Verfügung stehenden Geodaten erstellen kann. Die freie Zugänglichkeit erleichtert ihm die Arbeit, und seine Fragestellungen können sich an der Realität in Hamburg orientieren.
- Paul Kleinfeld ist Mitarbeiter der Hamburger Verkehrsbehörde und arbeitet mit Mobilitätszwillingen. Sein Schwerpunkt liegt in der Umsetzung von Maßnahmen für den Straßenverkehr. Wenn in Hamburg größere Veranstaltungen stattfinden, kann er vorab schon einmal die Auswirkungen auf den Verkehrsfluss simulieren. Paul trifft sich vor den Veranstaltungen mit der Verkehrsdirektion der Polizei und bespricht, wie man die Besuchenden beim nächsten Großevent kollaborativ routen kann. Das hat das erste Mal bei der Fußball-Europameisterschaft 2024 hervorragend funktioniert. So können schon lange vor den Veranstaltungen geprüfte Umleitungen für den motorisierten Individualverkehr (MIV), aber auch für den öffentlichen Verkehr (ÖV) über das Ticketing an alle Besuchende bekanntgegeben werden. Für Besuchende und auch für alle anderen, die in Hamburg unterwegs sind, bedeutet dies weniger Stress und transparente Informationen, beispielsweise über geänderte Fahrpläne. Aber auch auf spontane Vorkommnisse kann Paul so schneller und datenbasiert reagieren und KI-gestützt Entscheidungen treffen.
- Bodo Hoffmann pendelt mit dem Auto. Da die Stadt vielfältige Daten zum Verkehr erhebt, im Mobilitätszwilling Parken nutzt und diese auch für Dritte zur Verfügung stellt, kann sein Navi-Anbieter darauf zugreifen und in Echtzeit die bestmögliche und schnellste Route erstellen. Bodos Navigationsgerät leitet ihn bei einer der sehr seltenen Störungslagen wie Großbaustellen sogar direkt zu einem Park-and-Ride(P+R)-Parkplatz, um schneller an seinem Arbeitsplatz anzukommen.



### 3.2.2 Entwicklungspfad Verkehrsmanagement

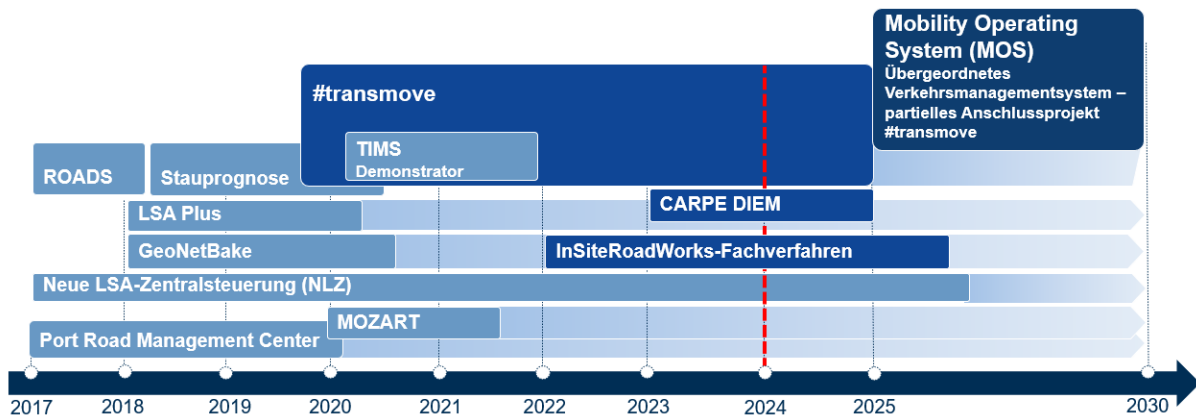


Abbildung 12: Entwicklungspfad Verkehrsmanagement | Vom Demonstrator zum digitalen und automatisierten Verkehrsmanagement

#### Handlungsschwerpunkte 2030

- Verschiedene Technologien anwenden, um Verkehrsdaten zu erfassen, Informationen darzustellen und zu teilen, Szenarien zu simulieren und Entwicklungen zu prognostizieren sowie (teil-)automatisiert in die Verkehrslenkung einzugreifen.
- Ein sogenanntes Mobility Operating System (MOS) (ggf. unterteilt in mehrere Services) verkehrsträgerübergreifend nutzen, um die wichtigsten verkehrlichen Informationen zu bündeln.
- Beim Eintritt unvorhersehbarer Ereignisse ein szenarienbasiertes Verkehrsmanagement anwenden, um ad hoc Handlungsempfehlungen zu erhalten und ggf. (teil-)automatisiert in die Verkehrssteuerung einzugreifen.
- Neue Verkehrsrechner und eine modernisierte LSA-Zentralsteuerung als Kern des Verkehrsmanagements etablieren und LSA-Signale (z. B. für Radfahr-App-Lösungen oder V2X-Anwendungen) digital zur Verfügung stellen.
- Mehr als 1.000 georeferenzierte Baken auf den Baustellen des Landesbetrieb Straßen, Brücken und Gewässer (LSBG) einsetzen.

#### Beschreibung des Entwicklungspfad des Verkehrsmanagement

Der Entwicklungspfad Verkehrsmanagement „vom Demonstrator zum digitalen und automatisierten Verkehrsmanagement“ beschreibt den Einsatz von Technologien zur Optimierung des Verkehrsflusses. Die Demonstratoren solcher Technologien wurden in den vergangenen Jahren in zahlreichen ITS-Projekten entwickelt und getestet. Das Bestandssystem wird schrittweise abgelöst und eine Basis für kooperative Systeme (C-ITS) aufgebaut. Ein Ziel des Entwicklungspfad es, verkehrsträgerübergreifend und schrittweise ein sogenanntes Mobility Operating System (MOS), ggf. unterteilt in mehrere Services, aufzubauen, das die wichtigsten verkehrlichen Informationen bündelt und den Nutzenden szenarienbasierte Handlungsempfehlungen zur Verfügung stellt.

Wegweisende Maßnahmen im Verkehrsmanagement konnten u. a. durch LSA Plus geschaffen werden, indem die Reduzierung der Schadstoffbelastung durch nachhaltige Stop-and-Go-Verkehrsregulierung (Grüne Welle) an LSA umgesetzt wurde. Mit der neuen LSA-Zentralsteuerung können Informationen aller LSA und weiteren Verkehrsdetektoren in einem intelligenten System gebündelt werden. Der Verkehrsfluss kann ganzheitlich analysiert und gesteuert werden, und auf Störungen kann schneller reagiert werden. Zudem erlaubt die

Stauprognose eine proaktive, entlastende Verkehrssteuerung. Mit dem Projekt GeoNetBake können Baustellen georeferenziert über GPS-Sensoren in Baustellenbaken dargestellt werden. Vor einem stadtweiten Roll-out werden im komplexen Umfeld ausgewählter Großbaustellen noch einmal alle Systemanforderungen in Funktion und Qualität verifiziert, Verbesserungspotenziale identifiziert und ausgeschöpft. Ist der Regelbetrieb zur digitalen Abbildung realitätsnaher Baustellenpolygone gesichert, sollen in den nächsten Jahren im Zuge des Roll-outs mehr als 1.000 intelligente Baken fahrstreifengenau und in Echtzeit auf die verkehrlichen Auswirkungen von Baustellen hinweisen und die Daten davon bereitgestellt werden.

Das Port Road Management Center erleichtert die integrierte Verkehrslagedarstellung z. B. über digitale Anzeigetafeln, sogenannte DIVA-Tafeln, und die Parkplatzsteuerung für Lastkraftwagen (Lkw) im Hafen.

Im Vorwege des ITS-Weltkongresses 2021 wurde ein Traffic Information Management System (TIMS) getestet, das im Projekt #transmove Anwendung findet, um die Vernetzung zwischen den operativen Leit- und Betriebszentralen zu optimieren. Im aktuell aktiven Projekt #transmove wird basierend auf dem Projekt Stauprognose eine KI-gestützte Mobilitätsprognose und somit Entscheidungshilfe für ein ganzheitliches Verkehrs- und Mobilitätsmanagement entwickelt. Die Ziel- und Nutzungsgruppen dieser Entscheidungshilfe reichen von den Leit- und Betriebszentralen des operativen Verkehrsmanagements über die städtischen Baustellenkoordinierenden und Verkehrsplanenden bis zur Bevölkerung.

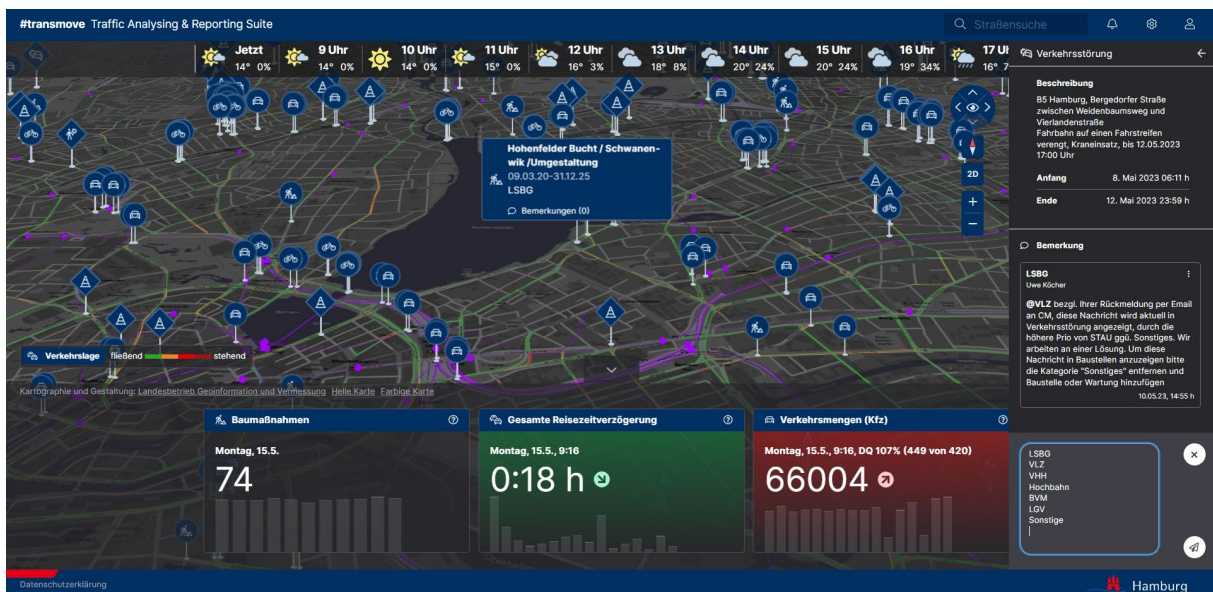


Abbildung 13: „#transmove – KI-gestützte Mobilitätsprognosen“ ermöglicht auf Grundlage des Mobilitäts-Dashboards Mobilitätsprognosen und eine Kommentarfunktion für die Ad-hoc-Verkehrsplanung

Basierend auf dem aktuell im LSBG laufenden Projekt #transmove soll zukünftig das MOS die verschiedenen städtischen Fachanwendungen und Subsysteme des operativen Verkehrs- und Mobilitätsmanagements miteinander vereinen. Es sollen eine gemeinsame Entscheidungsgrundlage für alle städtischen Leit- und Betriebszentralen, Informationsaustausch in Echtzeit und ein „Werkzeugkasten“ für frühzeitige szenarienbasierte Handlungsempfehlungen bereitgestellt werden. Diese szenarienbasierten Handlungsempfehlungen sollen durch das MOS bei Bedarf möglichst automatisiert sowie unter Berücksichtigung der europäischen Datenstrategie umgesetzt werden.



## Exkurs | Mobilität in der dritten Dimension – Urban Air Mobility (UAM) und Drohnen in Hamburg

Hamburg hat die Potenziale von Drohnen und sonstigen Luftmobilitätsanwendungen im Bereich Urban Air Mobility (UAM) für Industrie und Stadtgesellschaft sowie Behörden und Landesgesellschaften frühzeitig erkannt. Neben der Förderung der 2017 gegründeten Netzwerkinitiative Windrove beteiligt sich die Stadt aktiv an zahlreichen Forschungs- und Entwicklungsprojekten, Innovationsaktivitäten und Gremienarbeiten auf lokaler, nationaler und europäischer Ebene. Auf Basis dieses breiten Verständnisses für die Chancen und Herausforderungen von Drohnenanwendungen im urbanen Kontext gestaltet die Stadt das Thema und ihre eigene Rolle darin aktiv als eine der ersten europäischen Modellstädte für Urban Air Mobility (UAM) und gemeinsam mit zahlreichen Partnern aus Wirtschaft, Wissenschaft und Politik. Die Förderung eines nachhaltigen UAM-Ökosystems fußt dabei maßgeblich auf drei Säulen: Rechtsrahmen, Technik und gesellschaftliche Akzeptanz. Im Jahr 2023 startete die BWI zusammen mit Windrove einen umfangreichen Strategieprozess einschließlich relevanter Akzeptanz- und Umweltbelange. Für ein umfassendes Bild ist es dabei wichtig, zwischen den Perspektiven Wirtschaftsförderung und industrielle UAM-Entwicklungen am Luftfahrtstandort Hamburg einerseits sowie luftverkehrliche Integration von Drohnen und Einsatz von Drohnen in Hamburg andererseits zu differenzieren.

Während des ITS Weltkongresses 2021 wurden einige Drohnen-zentrierte Ankerprojekte unter großer Beachtung vorgestellt und demonstriert: Medify-Hamburg (Drohnen-transport zu medizinischen Zwecken), FALKE (Drohnen-detection und -abwehr), HHLA Sky Leitstand und UDVeO (Drohnen-Verkehrsmanagement), KI-Inspektionsdrohne (KI-gesteuerte Flugzeuginspektion), sowie i-LUM (Gesamtsystembetrachtung urbaner Luftmobilität) und die VoloDrone (Schwerlastdrohne). Seitdem hat sich die Hamburger Projektlandschaft auf über 20 aktive und in Beantragung befindliche UAM-Projekte (Stand: Januar 2024) weiterentwickelt. Hierbei wird das komplette Spektrum an Drohnenanwendungen, System- und Technologieinnovationen sowie Rechtsthemen betrachtet (siehe Abbildung).

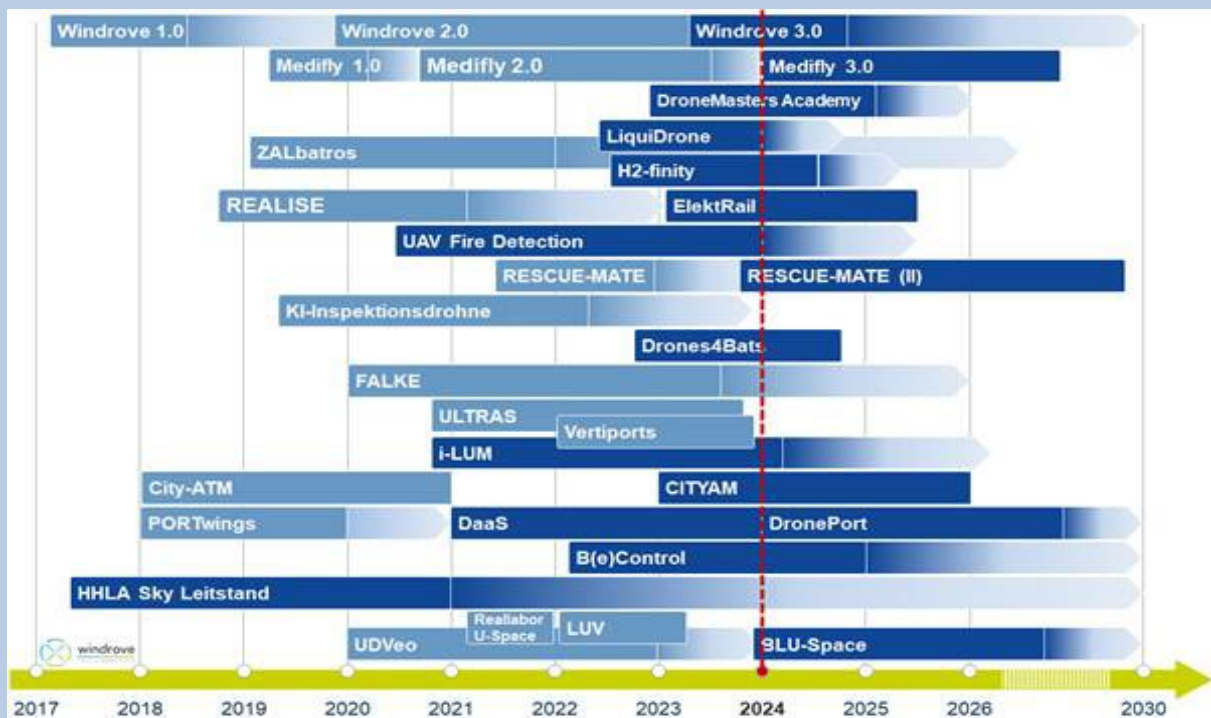


Abbildung 14: Hamburger Urban-Air-Mobility-Projekte und -Aktivitäten

*Einer der Schwerpunkte liegt im Verkehrsmanagement von Drohnen. Um die Sicherheit einer Vielzahl an unbemannten Drohnenflügen im unteren Luftraum zukünftig zu gewährleisten, werden nicht nur spezielle Verkehrsregeln, für die es mittlerweile einen EU-weiten Rahmen gibt, sondern zukünftig auch ein digitales separates Verkehrsmanagementsystem benötigt. Dieses wird u. a. den regelmäßigen Einsatz von Drohnen und ihre regelmäßige Anwendung in Hamburg (beispielsweise im Hamburger Hafengebiet) befördern, befindet sich aktuell aber noch in der rechtlichen, technischen sowie organisatorischen Ausgestaltung; viele Fragen sind hierzu noch offen. Die Entwicklung eines Verkehrsmanagements für Drohnen in der Luft und die Ausrichtung des Verkehrsmanagements für Mobilitätsformen am Boden im Sinne dieser Strategie laufen daher aktuell noch parallel. Eine intermodale Verbindung der Verkehrsmanagementsysteme ist langfristig erstrebenswert.*

*Weitere Informationen bietet die Handreichung der BWI zum „Einsatz von Drohnen“: <https://www.hamburg.de/contentblob/17861804/63739489badfea2d0bd716a4e608002c/data/handreichung-bwi-zu-drohnen-13-12-2023.pdf>*

### *Fiktive User Journey 2030 – Verkehrsmanagement*

Sofia Rodriguez arbeitet im Jahr 2030 zusammen mit ihrem Team in den städtischen Leit- und Betriebszentralen des operativen Verkehrs- und Mobilitätsmanagements mit dem MOS. Dank der gemeinsamen Entscheidungsgrundlage werden Störungen und Beeinträchtigungen KI-gestützt erkannt und mit Entscheidungsvorschlägen und Lösungsstrategien versehen. Sofia kann bereits im Vorfeld die Auswirkungen von Baustellen auf den Verkehrsfluss simulieren und weitere Baumaßnahmen koordinieren. Die Leitstellen von Polizei, Hochbahn, S-Bahn und VHH können bei Störungen schneller reagieren und der Verkehrsfluss kann verbessert werden. Die Mitarbeitenden von Sofia können unter anderem die LSA-Schaltungen kurzfristig anpassen und Informationen für Verkehrsteilnehmende umfassend zur Verfügung stellen. Störungen können frühzeitig erkannt und verkehrsträgerübergreifend weitgehend automatisiert angepasst werden. Die gemeinsamen Entscheidungsgrundlagen und der Echtzeitinformationsaustausch verbessern den Arbeitsalltag und führen bei allen Beteiligten zu weniger Stress bei der Entscheidungsfindung.

### 3.2.3 Entwicklungspfad Mobilitätsplattform

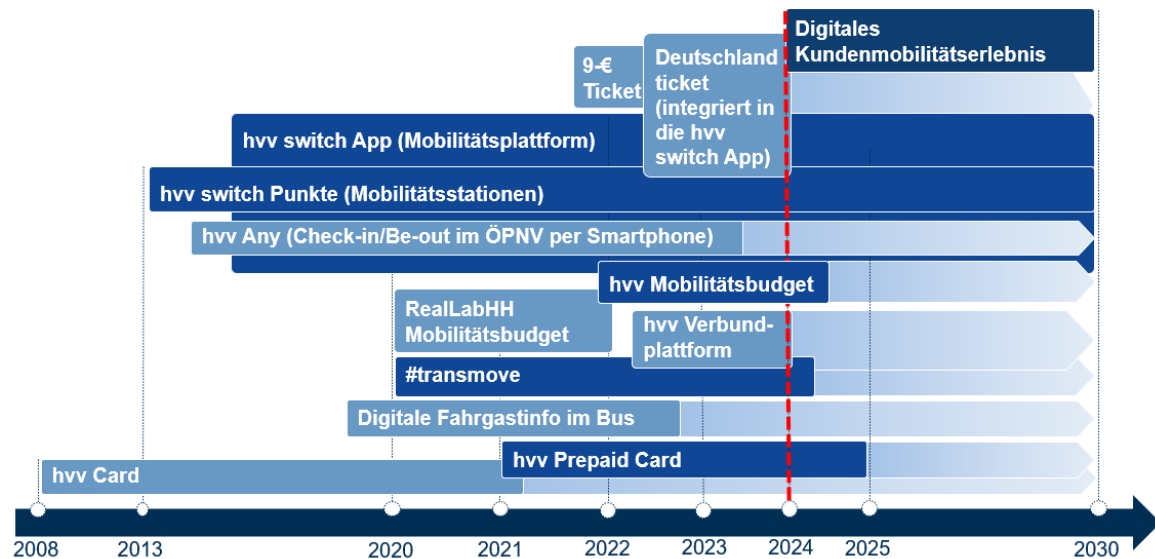


Abbildung 15: Entwicklungspfad Mobilitätsplattform | Digitale Vertriebsinfrastruktur im ÖPNV

#### Handlungsschwerpunkte

- Weitere angebotsrelevante Mobilitätsanbieter in der Mobilitätsplattform hvv switch tiefenintegrieren.
- Mobilitätsstationen, die sogenannten hvv switch Punkte, ausbauen und erweitern.
- Ein völdigitalisiertes, nutzungszentriertes und einfaches Mobilitätserlebnis mit einem Service schaffen.
- Eine multimodale Auskunft mit attraktiven intermodalen Wegeketten integrieren sowie das Deutschlandticket und das Mobilitätsbudget in der hvv switch App weiterentwickeln. Für das Routing fachliche und persönliche Präferenzen beim gewählten Verkehrsmittel und die technische Konzeption berücksichtigen.
- In der App und auf digitalen Fahrgastinformationen Echtzeitinformationen über Störungen und Alternativen (App kann individuell eingestellt werden bzgl. der präferierten Mobilitätsoptionen etc.) barrierefrei verfügbar machen.

#### Beschreibung des Entwicklungspfades Mobilitätsplattform

Der Entwicklungspfad digitale Vertriebsinfrastruktur im ÖPNV bezieht sich auf die Digitalisierung der Buchungsverfahren, Fahrgastinformationen und die Integration verschiedener Mobilitätsanbieter in die Mobilitätsplattform des Hamburger Verkehrsverbunds (hvv). Das Ziel ist es, zukünftig alle Informationen über alle Verkehrsmittel in Hamburg auf einer Mobilitätsplattform zu bündeln und den nutzenden Personen in einer App zur Verfügung zu stellen, über die auch gebucht werden kann. Die intermodale Mobilität soll so für die Nutzenden wesentlich erleichtert werden. Eine wesentliche und die bisher wohl bedeutsamste Revolution im Rahmen des Ticketing im ÖPNV ist das Deutschlandticket, das seit Mai 2023 digital oder als Chipkarte zu kaufen ist. Die Buchung von Fahrten mit dem klassischen ÖPNV ist so für alle Nutzenden wesentlich einfacher geworden.

Bereits zuvor wurde in Hamburg mit der Einführung der hvv Card eine einheitliche Karte geschaffen, die das E-Ticketing im hvv-Gesamtverbund ermöglicht. Die klassische hvv Card (inkl. Foto) wurde bis auf wenige Ausnahmen (Schülertickets im Umland) durch das Deutschlandticket abgelöst. Die bestehenden hvv Cards, welche automatisch auf das Deutschlandticket umgestellt wurden, wurden im Laufe des Jahres 2023 durch bundesweit-

prüfbare Chipkarten im hvv Deutschlandticket-Layout ausgetauscht. Für diejenigen, die kein Smartphone besitzen oder nutzen möchten, stellt künftig die hvv Prepaid Card eine gute Alternative zum Bargeld für den Ticketkauf in Bussen dar. Ein weiteres wichtiges Element der digitalen Vertriebsinfrastruktur ist eine leistungsfähige Mobilitätsplattform. Die hvv switch App greift auf die Daten der Plattform zu und bietet Nutzenden und Besuchenden eine einfache, schnelle und bequeme Möglichkeit, ihre favorisierte Mobilität in Hamburg zu buchen, egal ob Sharingfahrt oder ÖPNV (inkl. des Deutschlandtickets). Dazu wird neben der bereits existierenden Google-Maps-Integration auch perspektivisch eine intermodale Auskunft in der hvv switch App angeboten. Hierbei werden sowohl fachliche und persönliche Präferenzen beim gewählten Verkehrsmittel als auch die technische Konzeption berücksichtigt und der Weg hin zu einem integrierten Mobilitätsangebot konsequent weiterverfolgt.

An sogenannten hvv switch Punkten stehen Nutzenden an einem Ort gebündelt verschiedene Verkehrsmittel wie Carsharing-Fahrzeuge, E-Scooter und eine Verbindung zum klassischen ÖPNV zur Verfügung. Diese können dann unkompliziert über die hvv switch App gebucht werden. Durch den Ausbau der switch Punkte sowie die Tiefenintegration von Mobilitätsanbietern wird eine vernetzte und vereinfachte Nutzung der intermodalen Mobilitätsketten angestrebt. Mit dem Einsatz von vollelektrischen Ridepooling-Fahrzeugen von MOIA sowie der Integration von Carsharing-Anbietern (u. a. MILES, SIXT share), Mikromobilitätsanbietern (TIER, Voi) und künftig auch StadtRAD-Fahrrädern wird die Attraktivität und Nutzbarkeit des multimodalen ÖPNV weiter erhöht und die Relevanz des privaten Pkws weiter verringert.

Das im RealLabHH erfolgreich getestete Mobilitätsbudget ist mittlerweile bereits Teil von hvv switch. Arbeitnehmende erhalten mit „hvv M“ ein vom arbeitgebenden Unternehmen bereitgestelltes Mobilitätsbudget, das sie für ihre favorisierte Mobilität, egal ob Sharing-Angebot und/oder ÖPNV, nutzen können. Das Budget kann für private und berufliche Mobilität genutzt werden und soll eine Alternative zur Nutzung eines Dienstwagens oder des privaten PKW bieten. Mit dem „Check-in/Be-out“-System von hvv Any können Gelegenheitsnutzende bequem und ohne weitere Tarifenkenntnisse mit ihrem Smartphone für die Fahrt einchecken und können dabei sicher sein, den für sie besten Tarif abgerechnet zu bekommen. Eine Integration von hvv Any in die hvv switch App erfolgt im Jahr 2023. Ob das hvv-switch-System künftig parallel zur etablierten hvv App weiterentwickelt wird und beide Apps bestehen bleiben, wird geprüft.

In einigen Bussen, Bahnen und Fähren des hvv sowie in allen künftig zu beschaffenden Fahrzeugen sind bzw. werden seit 2020 digitale Fahrgastinformationssysteme installiert, die den Reisenden unterwegs wichtige Informationen wie Umsteigeverbindungen und Meldungen bereitstellen. Zukünftig sollen alle Mobilitätsangebote im Rahmen der hvv switch App gebündelt werden, um die Organisation des multimodalen Weges in einer einzigen Anwendung zu ermöglichen. Die hvv-Verbundplattform ermöglicht perspektivisch die Digitalisierung von Funktionen wie Datenanalysen und Dashboards, dadurch kann das Nutzerverhalten anonym analysiert und so das Angebot sowie der Service bedarfsgerecht verbessert werden. Sie sorgt dafür, dass Verkehrsunternehmen, Aufgabenträger und der Verbund selbst, mehr Einwohnende und Besuchende von den Vorteilen des ÖPNV überzeugen und diesen attraktiver gestalten können.

Mit dem Ziel einer Verbesserung der gesamtstädtischen Mobilität wird Mobilitätsplanenden sowie der Bevölkerung der Stadt Hamburg mit #transmove eine intuitiv zu bedienende, KI-gestützte Anwendung bereitgestellt, die mithilfe von agentenbasierter Modellierung und maschinellem Lernen lang- und kurzfristige Mobilitätsprognosen über zielgruppenspezifische Frontends zur Verfügung stellt. Das Ziel des Projektes besteht darin, Mobilitätsentscheidungen effektiv zu unterstützen und Säule eines intelligenten intermodalen Mobilitätsmanagements in der Stadt Hamburg zu sein, welches u. a. öffentliche Verkehrsmittel, den Radverkehr sowie den MIV berücksichtigt.

## *Fiktive User Journey 2030 – Mobilitätsplattform*

- Ida Anderson greift morgens nach ihrem Smartphone, um ihre Wege für den Tag zu planen. Mit der hvv switch App ist es einfach, Reservierungen und Buchungen für verschiedene Verkehrsmittel durchzuführen, ohne sich Gedanken über Fahrkarten oder Fahrpläne machen zu müssen. Dank der Vernetzung der Verkehrsmanagementsysteme wird die Wetterprognose bei ihrer Tagesplanung einberechnet. Sie startet die App und wählt ihr Ziel aus. Die App berechnet automatisch die beste und zu ihr passende Route und bietet ihr verschiedene Optionen an, einschließlich Carsharing, Ridesharing, E-Scooter, Leihräder oder klassischer ÖPNV. Da heute die Sonne scheint, entscheidet sich Ida für eine Kombination aus einem Leihfahrrad und der S-Bahn, um ihren Arbeitsplatz zu erreichen.
- Lasse Larsson fährt nicht so gerne Fahrrad und läuft lieber ein paar Meter zur nächsten Haltestelle. Seine App kennt die Bedürfnisse und kann Lasse dementsprechend passende Routen vorschlagen. Heute läuft er 300 Meter bis zur nächsten S-Bahn-Station und fährt von dort aus zum Hauptbahnhof. Gestern wurde ihm vorgeschlagen, ein autonomes Shuttle zu buchen, um im Regen trocken zur Arbeit zu kommen. Die Buchung und Bezahlung der in den ÖPNV integrierten On-Demand-Shuttles erfolgte problemlos über die hvv switch App. Mit einem hohen Fahrkomfort und einem geringen Aufpreis kommt Lasse so von Haltepunkt zu Haltepunkt. Beide liegen oft nur wenige Meter von seinem tatsächlichen Start und Ziel entfernt. Bei schlechtem Wetter bucht Lasse über die hvv switch App manchmal auch ein Carsharing-Fahrzeug. Wenn er das Fahrzeug an einer switch Station abstellt und auf den ÖPNV umsteigt, wird er von der zentralen Verkehrs-App (z. B. hvv switch App) in Echtzeit über aktuelle Störungen und die Gründe informiert.
- Ida und Lasse erhalten monatliche Mobilitätsbudgets von ihren Arbeitgebern. Diese erlauben es ihnen, berufliche und private Fahrten zu machen, ohne dafür finanziell aufkommen zu müssen. Diese Budgets lassen sich einfach über die hvv switch App nutzen, und die zwei können ohne Dienstwagen oder eigenes Auto jeden Tag flexibel und multimodal in Hamburg und im hvv-Gebiet unterwegs sein.
- Erna Maria Johannsen ist bereits im vergangenen Jahr in Rente gegangen und besitzt kein eigenes Auto. Da sie nicht ständig ihr Smartphone verwendet, nutzt sie gerne das Deutschlandticket als Chipkarte, um in Hamburg und Umgebung im ÖPNV unterwegs zu sein. Da es innerhalb von fünf Minuten eine Mobilitätsoption gibt und die hvv switch App auch für ältere Menschen einfach zu bedienen ist, braucht sie keine Fahrpläne mehr im Kopf zu haben. Ein wichtiger Aspekt für Erna ist die Barrierefreiheit bei der Nutzung des öffentlichen Nahverkehrs. Sie bevorzugt Echtzeitinformationen über Störungen und alternative Verkehrsmittel auf den digitalen Fahrgastanzeigen an den Haltestellen, in den Bussen und (autonomen) Shuttles. Sie ermöglichen es ihr, auch ohne einen Abgleich mit ihrem Smartphone genau zu wissen, wann sie ankommt oder ob es Verspätungen gibt.



### 3.2.4 Entwicklungspfad Autonome On-Demand-Shuttles

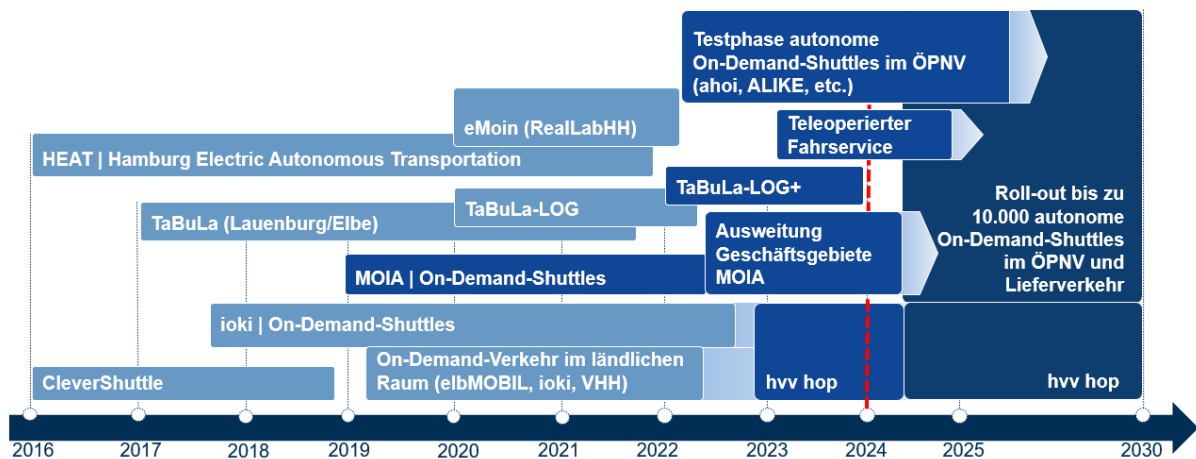


Abbildung 16: Entwicklungspfad Autonome On-Demand-Shuttles | Von ersten On-Demand-Verkehren zum autonomen Ridepooling

#### Handlungsschwerpunkte 2030

- Bestehende Ridepooling-Angebote im Rahmen des Hamburg-Taktes in ein großflächiges, weitgehend automatisiertes und fahrerloses System überführen.
- Einführung eines digitalen Systems zum Management der Betriebsbereiche für autonome Fahrfunktionen inkl. der Zulassung der Überwachung des Betriebs.
- Die Akzeptanz der Nutzenden des autonomen Fahrens durch Flexibilität des Systems, hohen Komfort im Fahrzeug, Sicherheitsaspekte wie die Anbindung an eine Leitstelle und die ständige Präsenz der Fahrzeuge im Stadtraum erhöhen.
- Durch die Integration in den hvv ein differenziertes wettbewerbsfähiges Preissystem mit einem Komfortzuschlag ermöglichen, der sich maßgeblich an der Verfügbarkeit von parallelen Angeboten orientiert.
- Autonome und personengesteuerte On-Demand-Shuttles mit anderen Verkehrsmitteln des Umweltverbundes durch multimodale Routenplanung kombinieren.
- Durch die Bündelung verschiedener Anbieter zu einem nach außen einheitlichen Angebot wird eine hohe Verfügbarkeit von On-Demand-Services im gesamten Stadtgebiet und im Umland erreicht.
- Klare Regeln und Vorschriften für den sicheren Betrieb autonomer Shuttles festlegen.
- Autonome Warentransporte durch On-Demand-Shuttles erproben, um durch 24/7-Verkehren und zu Randzeiten (z. B. nachts) eine Entlastung der Hauptverkehrsspitzen zu erreichen.

#### Beschreibung des Entwicklungspfad Autonome On-Demand-Shuttles

Der Entwicklungspfad für autonome On-Demand-Shuttles stellt die Transformation von klassischen personengeführten On-Demand-Services hin zu selbstfahrenden Fahrzeugflotten im autonomen Ridepooling-Betrieb dar, die vollständig in das städtische Verkehrssystem integriert sind.

Der Einsatz von Ridepooling-Anbietern wie CleverShuttle im Jahr 2016 markierte den Beginn von ersten On-Demand-Angeboten in Hamburg. 2018 folgten die von der VHH betriebenen ioki-Shuttles mit der Anbindung der Ersten und Letzten Meile an den öffentlichen Verkehr, was die Erreichbarkeit in nicht optimal erschlossenen Gebieten in den Stadtteilen Lurup und Osdorf erhöhte. Das Konzept war so erfolgreich, dass der VHH-Service in Ahrensburg, im Kreis Stormarn, in Hamburg-Billbrook und Hamburg-Harburg aktiv wurde. Seit Januar 2023 wird der Ridepooling-Service der VHH mit einer Erweiterung auf neue Bedienegebiete unter dem Namen

hvv hop angeboten. Die ioki-Software wird darin weiterverwendet, und die Bedienung erfolgt ausschließlich zwischen der Haustür und ÖPNV-Haltestellen (Letzte Meile). 2019 startete die Volkswagen-Tochter MOIA ihren Ridepooling-Service mit bis zu 500 Fahrzeugen. Im Vergleich zu hvv hop bietet MOIA Punkt-zu-Punkt-Verbindungen (direkte Route) an. Mittlerweile hat MOIA sein innerstädtisches Bediengebiet deutlich in Richtung der Stadtgrenzen auf 266 km<sup>2</sup> ausgeweitet und als eigenwirtschaftlicher Linienbedarfsverkehr integriert in den öffentlichen Nahverkehr fortgeführt. Ein Teil der Flotte wurde dabei zur Beförderung mobilitätseingeschränkter Menschen barrierefrei ausgestaltet. Insgesamt haben bereits über sieben Millionen Menschen den Service genutzt.

Der Taxenvermittler FreeNow hat von 2019 bis 2021 den Fahrgästen ein digitales Angebot für das Teilen von Taxenfahrten (myTaxi-match) gemacht. Im Projekt „Zukunftstaxi“ fördert die FHH den Umstieg der Hamburger Taxenflotte auf lokal emissionsfreie Antriebe sowie die Bereitstellung von bis zu 65 lokal emissionsfreien Taxen, die Menschen in ihren Rollstühlen sitzend befördern können (E-Inklusionstaxen). Zwei Taxenvermittler haben in 2023 Anträge auf Erteilung von Genehmigungen für einen Linienbedarfsverkehr nach § 44 PBefG gestellt. Die Hamburger Taxen führen pro Jahr rd. 10 Millionen Beförderungsfahrten durch. In Perspektive können die Taxen insbesondere Beförderungsbedürfnisse von Menschen mit Behinderungen, von alten und kranken Menschen sowie Fahrgästen, die aus weiteren Gründen die Beförderung mit Fahrpersonal wünschen, abdecken.

Das HEAT-Shuttle in der HafenCity Hamburg war eines der ersten Projekte, bei dem automatisierte Shuttles in Hamburg erprobt wurden. Für einen autonomen Betrieb wurde das Fahrzeug mit spezifischen technischen Komponenten ausgestattet (z. B. Radar und Light Detection And Ranging (LiDAR)) und mit unterstützender Infrastruktur vernetzt. Außerdem erfolgte ein Monitoring durch eine Leitstelle. Das HEAT-Shuttle war dabei ein wichtiger Schritt in Richtung eines Betriebes mit autonomen Fahrzeugen. Rückblickend konnten nicht alle Projektziele erreicht werden, das Projekt hat den FHH-Projektbeteiligten aber viel Wissen und Erfahrung bei der weiteren Entwicklung autonomer Shuttles mitgegeben. Befragungen haben außerdem gezeigt, dass die Akzeptanz der Fahrgäste für die eingesetzte Technologie des automatisierten Fahrens in Hamburg hoch ist. Um dies erfolgreich für einen autonomen Linienverkehr umzusetzen, ist es erforderlich, einen systemischen Ansatz zu verfolgen, bei dem alle Komponenten wie die Leitstelle, das Fahrzeug, die Sensorik und HD-Karten berücksichtigt werden.

Im Jahr 2019 starteten die automatisierten TaBuLa Shuttles von NAVYA mit Level 2 im Personentransport in Lauenburg an der Elbe (Metropolregion Hamburg), da eine Fahrzeugbegleitung zu diesem Zeitpunkt unumgänglich war. Der Betriebsphase ging die Ideenphase 2017 und der Projektstart mit ersten Fahrzeugen im Jahr 2018 voraus. Im Anschluss daran erfolgte die Erweiterung um autonome Transportroboter im Projekt TaBuLa-LOG, die selbst im automatisierten Shuttle transportiert wurden. Das Folgeprojekt TaBuLa-LOGplus schafft eine bessere Vernetzung und Koordinierung der verschiedenen Vehikel im Personen- und Warentransport durch Leitstellenimplementierung und Prozessoptimierung für technisch aufgerüstete Busse der VHH und Transportroboter mittels künstlicher Intelligenz.

Das Reallabor Hamburg (RealLabHH) konnte mit dem von der VHH betriebenen eMoin-Shuttle von Continental in Hamburg-Bergedorf wichtige Erkenntnisse zur Akzeptanz von autonomen Fahrzeugen in Hamburg liefern. Zum ITS Weltkongress 2021 ist das eMoin-Shuttle im Gegensatz zum HEAT-Shuttle keine feste Strecke, sondern bereits erfolgreich als On-Demand-Dienst (Level 4) gefahren. Die Annahme des Service in der Bergedorfer Bevölkerung war sehr gut und das Fahrzeug war gut ausgelastet.

Über einen technologisch anderen Weg, aber mit ähnlichen Anwendungsszenarien funktioniert die Telefahrttechnologie, bei der ein Fahrzeug aus der Ferne gesteuert wird. Hamburg ist die



erste Stadt in Deutschland, in der ein Telefahrservice getestet wurde (in Hamburg-Bergedorf). Die Firma Vay nutzt eine Teledrive-Technologie, die es einer Telefahrerin oder einem Telefahrer ermöglicht, ein Fahrzeug aus der Ferne zu steuern, und die auch als Brückentechnologie für das autonome Fahren eingesetzt werden kann.

**„Was wäre wenn:“ Simulationsstudie zur Wirkung von bis zu 10.000 autonomen On-Demand-Shuttles der MOIA GmbH**

Hamburg strebt an, ein angebotsorientiert aufgebautes ÖPNV-Angebot als attraktive Alternative zur Nutzung des privaten Pkw zu entwickeln. Innerhalb von fünf Minuten soll der ÖPNV von jedem Ort in Hamburg aus erreichbar sein (Hamburg-Takt). Hierfür bildet der klassische, liniengebundene ÖPNV die Basis, ergänzt um ein flächendeckend verfügbares On-Demand-Angebot. Ridepooling ist ein Konzept, bei dem mehrere Passagiere, die in ähnliche Richtungen reisen, in einem Fahrzeug untergebracht werden, um den Verkehr zu reduzieren und die Effizienz zu verbessern. Die Fahrzeuge erreichen die Menschen in einem engeren Einzugsradius über virtuelle und physische Haltepunkte. Die Stadt Hamburg plant den Einsatz einer Flotte von bis zu 10.000 autonomen Ridepooling-Fahrzeugen im gesamten Stadtgebiet.

Infobox



Abbildung 17: Der Weg zu 10.000 autonomen Ridepooling-Fahrzeugen (Quelle: MOIA)

MOIA hat in einer selbst beauftragten Simulationsstudie zusammen mit dem Karlsruher Institut für Technologie (KIT) in mehreren Szenarien mit unterschiedlichen Annahmen die Skalierung ihres Ridepoolings untersucht. Die dabei getroffenen Annahmen wurden von den Forschenden frei gewählt und stellen zum Teil extreme „Pull - & Push“ Faktoren da. Alle Szenarien haben gemeinsam, dass eine Verschiebung des Modalsplits zum Umweltverbund ein Ergebnis der Ridepooling-Dienste darstellt.

Die Simulationsstudie von KIT und MOIA Mobility Consulting (2024, <https://solutions.moia.io/de-DE/mobility-consulting>) beinhaltet mehrere Szenarien, um die Eigenschaften und Wirkungen des Ridepooling-Dienstes MOIA unter den gegebenen und zukünftigen Rahmenbedingungen zu erforschen. Zunächst wird der aktuelle Ridepooling-Service von MOIA simuliert (Szenario 1). Das MOIA-Bediengebiet umfasst weite Teile der Stadt nördlich und südlich der Elbe (270 km<sup>2</sup>) und erreicht gut 70 Prozent der Hamburger Bevölkerung. Die weiteren Szenarien der MOIA-Studie zeigen mögliche Pfade in die Zukunft mit automatisierten Ridepooling-Fahrzeugen auf: Betrachtet man den Effizienzeffekt durch die Automatisierung der Flotte und damit ausbleibenden betrieblichen Leerkilometern aufgrund von wegfallenden Fahrten zu Pausen, Schichtstart und -ende, werden bereits positive Effekte für den Verkehr beobachtet (Szenario 2). Wird die autonome Technologie skaliert und zu einem günstigeren Fahrpreis angeboten, sind deutliche Nachfragezuwächse zu erwarten (Szenario 3). In diesen Szenarien der MOIA-

*Studie ist es besonders relevant, dass das neue Angebot als Teil eines Gesamtkonzeptes auch ergänzende Push-Maßnahmen beinhaltet, (Szenario 4 und 5). Die Nachfrage für 10.000 autonome Ridepooling-Fahrzeuge ist laut der MOIA-Studie in Szenario 5 zu erwarten.*

*Zentrale Annahmen dieser Modellberechnung sind neben den reduzierten Preisen für das Ridepooling-System erhöhte Fahrzeiten und Kosten für die Nutzung des Privat-PKWs, z. B. durch Tempo 30 Zonen und das Parkraummanagement. In diesem simulierten Szenario mit 10.000 autonomen Fahrzeugen steht Ridepooling im gesamten Stadtgebiet Hamburgs zur Verfügung. Durch die große Flotte kann eine hohe Servicequalität erreicht werden. Dies führt zu einem deutlich größeren Besetzungsgrad von durchschnittlich 2,2 Passagieren, was in Kombination mit den Modal Split Verschiebungen zu ca. 25 % weniger gefahrenen Kilometern im Verkehrssystem führt. Der Modal Split von ÖPNV und Ridepooling erhöht sich im Szenario auf deutlich über 30 %.*

*Wenn Passagiere ihre Fahrten teilen und sich die Anzahl der Fahrzeuge auf der Straße reduziert, führt dies zu weniger Staus, weniger Verkehrslärm und geringeren CO<sub>2</sub>-Emissionen. Durch das Ridepooling-System können auch Menschen, die kein eigenes Auto besitzen, auf den Dienst zugreifen und dadurch die Nachfrage nach privaten Fahrzeugen verringern. Dies entlastet den Verkehr insgesamt und führt zu einem effizienteren Verkehrssystem.*

*Die Simulationsergebnisse zeigen deutlich, dass die technologische Entwicklung des autonomen Fahrens Hand in Hand mit verkehrspolitischen Maßnahmen umgesetzt werden müssen, um positive Wirkungen im Sinne der Mobilitätswende zu erreichen.*

Im Kontext des Zielbildes bis 2030 wird angestrebt, die bestehenden Ridepooling-Angebote im Rahmen des Hamburg-Taktes in ein großflächiges, vollständig automatisiertes und fahrerloses System zu überführen. Die für 2024 geplante Testphase der autonomen On-Demand-Shuttles basiert auf einer Testflotte, bestehend aus den Förderprojekten ahoi (VHH, PSI, Fraunhofer-Institut für Verkehrs- und Infrastruktursysteme, Technische Universität (TU) Hamburg, Institut für Klimaschutz, Energie und Mobilität e. V. (IKEM), BVM) mit bis zu 20 autonomen Shuttles und ALIKE mit weiteren 20 autonomen Shuttles (HOCHBAHN, HOLON, MOIA, MOIA Operations, Volkswagen ADMT, Karlsruher Institut für Technologie (KIT), BVM). Es wird berücksichtigt, dass es auch in Zukunft noch Nutzungsszenarien geben wird, die auf eine Fahrerin oder einen Fahrer angewiesen sind (z. B. mobilitätseingeschränkte Fahrgäste, Warentransporte, bestimmte Stadträume mit besonderen Anforderungen).

Die Pläne der Hamburger Hafenbehörde (HPA) für weitere Vorhaben mit autonomen Shuttlediensten zeigen, dass die Stadt Hamburg bestrebt ist, innovative und umweltfreundliche Lösungen im Bereich des öffentlichen Nahverkehrs voranzutreiben. Ein solches Vorhaben könnte beispielsweise das Kreuzfahrtterminal Steinwerder im Hamburger Hafen mit dem Hauptbahnhof bzw. der S/U-Bahn Elbbrücken verknüpfen und so eine automatisierte und emissionsfreie Transportmöglichkeit für Kreuzfahrtgäste bieten. Die Ambitionen Hamburgs im Bereich autonomer und vernetzter Mobilität werden zusätzlich durch die Gründung eines Innovationszentrums für autonomes und vernetztes Fahren (IAF) durch die Trägerländer der Metropolregion Hamburg (MRH) und Hamburg selbst unterstrichen. Das Ziel dieses IAF besteht darin, die verkehrlichen und technischen Entwicklungen im Bereich autonomer Fahrzeuge zu erfassen, zu bewerten und Empfehlungen zu erarbeiten. Diese Empfehlungen richten sich insbesondere an die Trägerländer der MRH, Kommunen, Verkehrsunternehmen, Fahrzeughersteller und Mobilitätsdienstleister.

Nach den Plänen von Ridepooling-Anbietern wie MOIA sollen bereits 2025 erste autonome Fahrzeuge in einem Ridepooling-Testbetrieb Menschen von A nach B in Hamburg bringen. Anschließend sollen autonome Fahrzeugflotten skaliert werden und bis 2030 bis zu 10.000 autonome On-Demand-Shuttles (SAE-Level 4, mit technischer Aufsicht) die größte fahrerlose Ridepooling-Flotte Deutschlands bilden. Damit sollen schwerpunktmäßig weniger urbane

Gebiete versorgt, der U-Bahn- und Busverkehr im Sinne des Hamburg-Taktes ergänzt, oder – wo notwendig - flexiblere Mobilitätsangebote geschaffen werden (z. B. Nachtverkehr). Ein Beispiel dafür ist das Gebiet der Vier- und Marschlande, das durch eine hohe Pkw-Dichte und -Abhängigkeit sowie ein bisher nicht ausreichendes ÖPNV-Angebot geprägt ist. Die Stadt hat über die vom Bund seit 2022 in Kraft getretene Verordnung zur Genehmigung und zum Betrieb von Kraftfahrzeugen mit autonomer Fahrfunktion in festgelegten Betriebsbereichen (Autonome-Fahrzeuge-Genehmigungs-und-Betriebs-Verordnung – AFGBV) die Zuständigkeit übertragen bekommen, die festgelegten Betriebsbereiche für autonome Shuttles zu genehmigen (§ 7 Abs. 2 AFGBV) und die Erfüllung der Voraussetzungen der Genehmigung sowie die Einhaltung der mit der Genehmigung verbundenen Pflichten zu überwachen (§ 9 Abs. 6 AFGBV).

Expertinnen und Experten gehen davon aus, dass spätestens bei einer Skalierung der Flotten autonomer Shuttles digitale Genehmigungsprozesse zwischen Behörden und Antragstellenden geschaffen werden müssen, um autonome Shuttles in festgelegten Betriebsbereichen zuzulassen. Weiterhin sieht § 9 AFGBV die Möglichkeit vor, jederzeit bei der Halterin bzw. beim Halter die Erfüllung der Voraussetzungen der Genehmigung und die Einhaltung der mit der Genehmigung verbundenen Pflichten nachzuprüfen oder durch die in Absatz 3 genannten Stellen nachprüfen zu lassen. Insgesamt stellt die Umstellung der Flotte auf einen voll automatisierten, fahrerlosen Betrieb einen zentralen Hebel dar, um die Wirtschaftlichkeit, den Komfort sowie die Sicherheit weiter zu erhöhen.

#### *Fiktive User Journey 2030 – Autonome On-Demand-Shuttles*

- In den letzten zehn Jahren hat sich das Mobilitätsverhalten von Paul Kleinfeld deutlich verändert. Seit der großflächigen Einführung von autonomen On-Demand-Shuttles für seine täglichen Pendelbedürfnisse kann Paul die gesamte Stadt schnell erreichen, ohne auf sein Auto angewiesen zu sein. Seit seiner ersten Fahrt im On-Demand-Ridepooling-System nutzt er den Service in Kombination mit Bus-, U- und S-Bahn. Es ist praktisch, das Fahrzeug einfach mit dem Smartphone zum nächstgelegenen Haltepunkt seines Zuhauses und zur nächsten Schnellbahnstation zu bestellen oder direkt ans Ziel gelangen zu können. Paul teilt seine Reise mit anderen Passagieren, die in die gleiche Richtung unterwegs sind, und spart so Fahrtkosten. Die Fahrt ist flexibel, die Sitze sind bequem und es ist zu keiner Zeit überfüllt. Wenn Paul nicht mit dem Bus oder der Bahn unterwegs ist, nimmt er den Komfortzuschlag gegenüber dem Regeltarif im hvv gerne in Kauf.

Zum offiziellen Start autonomer On-Demand-Shuttles hatte Paul zunächst Bedenken, dass diese neuen Fahrzeuge zu chaotischen Zuständen auf den Straßen führen könnten. Nachdem er sein erstes Shuttle über die App angefordert hat, ist er jedoch vom modernen und geräumigen Innenraum sowie von der Geschwindigkeit und Wendigkeit des Shuttles beeindruckt. Zudem ist das Fahrzeug leise und emissionsfrei. Er kann das Shuttle nahezu jederzeit und überall buchen und muss nicht mehr auf den Fahrplan achten. Er erreicht damit auch gut Oma Kleinfeld in den Vier- und Marschlanden, wo er früher mangels seltener Busangebote immer mit dem Auto hingefahren ist. Die neuen, zuletzt stark ausgeweiteten Shuttle-Angebote geben ihm eine Freiheit im öffentlichen Nahverkehr, die er bisher noch nicht erlebt hatte.

### 3.2.5 Entwicklungspfad Digitale U- und S-Bahn

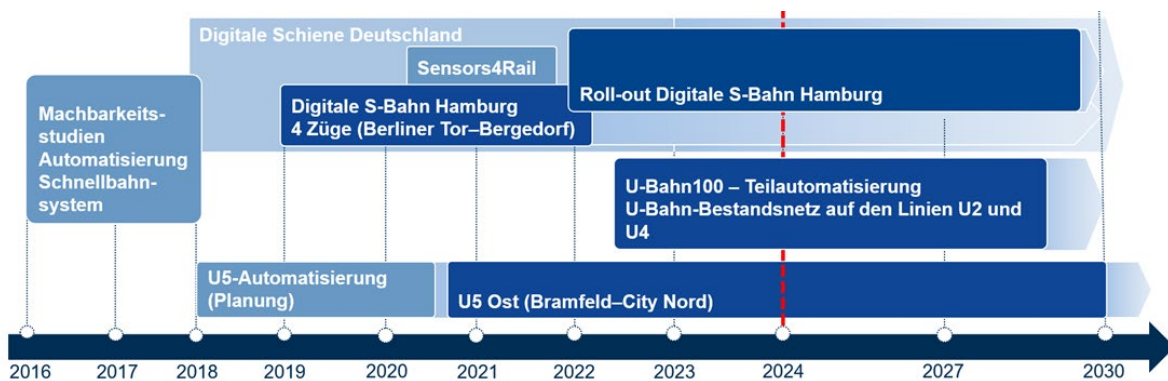


Abbildung 18: Entwicklungspfad Digitale U- und S-Bahn | Von der Machbarkeitsstudie zum teil- und vollautomatisierten Schienenverkehr

Handlungsschwerpunkte 2030	<p>S-Bahn:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Infrastruktur-Maßnahme(n) innerhalb der nationalen Strategie „#Digitale Schiene Deutschland“ (DSD) umsetzen.</li> <li>• Systemmanagement von 2023 bis 2026 entwickeln/einrichten.</li> <li>• Die Bestandsfahrzeuge von 2024 bis 2028 ausrüsten.</li> <li>• Digitales Stellwerk (DSTW) Hamburg City von 2024 bis 2028 aufbauen.</li> <li>• Die Außenäste von 2026 bis 2030+ ausrüsten.</li> <li>• Capacity und Traffic Management System von 2023 bis 2028+ entwickeln/realisieren.</li> <li>• Energieoptimiertes Fahren gemeinsam mit der Industrie weiterentwickeln.</li> </ul>
	<p>U-Bahn:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Den ersten Abschnitt der vollautomatischen U-Bahn-Linie U5 zwischen Bramfeld und City Nord ab 2027 – abschnittsweise – in Probebetrieb nehmen.</li> <li>• Die Teilautomatisierung der U-Bahn auf den Linien U2 und U4 auf den Streckenabschnitten Elbbrücken bis Jungfernstieg und Christuskirche bis Horner Geest bis Ende 2026 und auf dem Abschnitt Horner Rennbahn und Mümmelmannsberg ab Ende 2029 erreichen.</li> <li>• Die U-Bahnen auf den (teil-)automatisierten Abschnitten alle 100 Sekunden verkehren lassen.</li> </ul>

#### Beschreibung des Entwicklungspfades Digitale U- und S-Bahn

Der Entwicklungspfad der digitalen U- und S-Bahn in Hamburg umfasst Projekte zur Hochautomatisierung der S-Bahn (im „eigenen“ Gleichstromnetz) und Teilautomatisierung der U-Bahn-Linien U2 und U4 sowie die Vollautomatisierung der U-Bahn-Linie U5. Bis 2030 soll so im Rahmen des Hamburg-Taktes eine höhere Taktichte bzw. insbesondere eine Steigerung der Pünktlichkeit und Zuverlässigkeit erreicht werden. Die Kapazität, die Erreichbarkeit und die Resilienz des schienengebundenen ÖPNV werden deutlich ausgeweitet.

Der Pfad begann mit Machbarkeitsstudien, die die Einführung digitaler Technologien im Schienenverkehr untersuchten. Darin galt es, den Schienenverkehr (teil-)automatisiert, effizient und komfortabel zu gestalten. Bereits die Machbarkeitsstudien machten deutlich, dass durch die Digitalisierung etwa Verspätungseffekte (Folgeverspätungen, Betrieb nach

Verspätungen) um etwa 40 Prozent reduziert und die Pünktlichkeit um durchschnittlich fünf Prozent gesteigert werden können.

Mit der Digitalen S-Bahn Hamburg (DSH 1.0) und der Inbetriebnahme von vier S-Bahn-Fahrzeugen im Regelbetrieb auf der Linie S2 und S21 im Jahr 2022 hat die Freie und Hansestadt Hamburg mit der Deutsche Bahn AG und Siemens Mobility eine Weltneuheit in Hamburg als erstes Projekt der Digitalen Schiene Deutschland auf den Weg gebracht. Hier ist eine weitere Skalierung auf die künftig 258 Züge umfassende Flotte der Hamburger S-Bahn geplant. Ab 2025 werden 64 S-Bahn-Fahrzeuge eingeflottet, die bereits mit den Technologien für das automatisierte Fahren ausgerüstet sind. Des Weiteren soll im nächsten Schritt der City-Bereich durch ein Digitales Stellwerk u. a. in Verbindung mit den Technologien European Train Control System (ETCS) und der Automatic Train Operation (ATO) automatisiert gesteuert werden. Dadurch werden zusätzliche Kapazitäten im Kernbereich des S-Bahn-Systems und damit eine höhere Zuverlässigkeit generiert. Zeitnah ist als DSH 2.0 auch ein Forschungs- und Entwicklungsprojekt zur Energieoptimierung im digitalen Bahnbetrieb in konkreter Vorbereitung, wobei die Ausrüstung von 21 Fahrzeugen vorgezogen wird, um diese spannende, nachhaltige Fragestellung auf der bereits vorhandenen ITS-Strecke (DSH 1.0) zu untersuchen.

Im Rahmen des Demonstrationsprojekts Sensors4Rail der Deutsche Bahn (DB) Netz AG zum ITS Weltkongress 2021 in Hamburg wurde mit weiteren Industriepartnern als Teil der Digitalen Schiene Deutschland ein Fahrzeug mit aktueller Kamera-, Radar- und Lidartechnik, (Satelliten-)Ortungstechnologie und einer digitalen HD-Karte umgerüstet. Der Zug wurde in die Lage versetzt, seine Umgebung wahrzunehmen und sich präzise und kontinuierlich in Echtzeit zu orten. Das Schwesterprojekt der Digitalen S-Bahn Hamburg konnte so demonstrieren, dass auch bei nicht voll digitalisierten Strecken mit dieser ergänzenden Technik Züge dichter hintereinander verkehren können, um die Kapazität einer Strecke zu erhöhen.

Eine Teilautomatisierung der U-Bahn erfolgt auf Abschnitten der Bestandslinien U2 und auf der gesamten U4, eine Vollautomatisierung ist für die neue U-Bahn-Linie U5 vorgesehen. Der erste Abschnitt zwischen Bramfeld und City Nord ist bereits im Bau, ab 2027 soll der Probebetrieb auf dem Teilabschnitt zwischen City Nord und Sengelmannstraße beginnen. Die automatische U-Bahn zeichnet sich durch höhere Pünktlichkeit und Taktdichte aus und ist deutlich flexibler und leistungsfähiger. Die steigende Bevölkerungszahl und das Wachstum der Stadt erfordern künftig weitere Kapazitäten im U-Bahn-Netz, die im Bestandsnetz nicht oder nur begrenzt ausgeweitet werden können. Durch den automatischen Betrieb wird es sukzessive ab 2029 möglich sein, dass Züge im 100-Sekunden-Takt fahren können. Züge können bedarfsgerecht eingesetzt werden, zum Beispiel können sie in Stoßzeiten oder bei Großveranstaltungen verlängert werden oder flexibel und verkürzt in Tagesrandlagen eingesetzt werden. Für die U5 wird die Zugsteuerung und -sicherung zentral aus der U-Bahn-Leitstelle erfolgen, wo Geschwindigkeiten und Abstände zwischen den Zügen permanent überwacht werden. Die automatische Steuerung übernimmt das Fahren, Anhalten und auch das Öffnen bzw. Schließen der Zugtüren. Die Bahnsteige werden mit Bahnsteigtüren ausgerüstet, um ein Anfahren der Züge nur bei korrekt geschlossenen Bahnsteig- und Zugtüren zu ermöglichen.

### *Fiktive User Journey 2030 – Digitale U- und S-Bahn*

- Der Pendelweg für Linh Nguyen ist seit der Einführung automatisierter U- und S-Bahnen viel komfortabler, und das neue Verkehrsangebot bietet eine echte Alternative zum eigenen Auto. Die Teilautomatisierung der U-Bahn-Linien U2/U4 und die volle Automatisierung auf der U5 sowie im S-Bahn-Verkehr ermöglichen höhere Pünktlichkeit, Taktdichte und Flexibilität. Außerdem sind die Bahnen dank der Taktverdichtung nicht mehr so überfüllt wie früher. Linh kann so morgens ganz entspannt zur nächsten Haltestelle laufen, ohne auf die Uhr gucken zu müssen oder den Fahrplan im Kopf zu haben. Dort kann sie in die nächste Bahn einsteigen, und auch beim Umstieg muss sie

nicht lange warten, da die Bahnen inzwischen im 100-Sekunden-Takt verkehren. So werden der Hin- und auch der Rückweg für Linh wesentlich entspannter und flexibler, und ihre Reisezeiten sind wesentlich kürzer. Das bedeutet für Linh, dass sie sich auf den öffentlichen Nahverkehr verlassen kann und sich keine Gedanken mehr über Parkplatzsuche oder Staus machen muss.

- Karl Schneider arbeitet als Disponent bei der S-Bahn Hamburg. Die Automatisierung der S-Bahn hat zur Folge, dass die Kapazitäten in den Hamburger S-Bahnen erhöht werden, da mehr Menschen in kürzerer Zeit befördert werden können. Karl erhöht durch die Angebotsoffensive des Hamburg-Taktes die Flexibilität für die Fahrgäste, da sie weniger Zeit auf Bahnhöfen oder an Haltestellen verbringen und ihre Reisen besser planen können. Da nun mehr Menschen mit der Bahn fahren, ist auch eine Entlastung des Verkehrs auf den Straßen zu beobachten. Auch die Pünktlichkeit der Züge und die Zuverlässigkeit des S-Bahn-Netzes wurden erheblich gesteigert.



### 3.2.6 Entwicklungspfad Kooperative Systeme

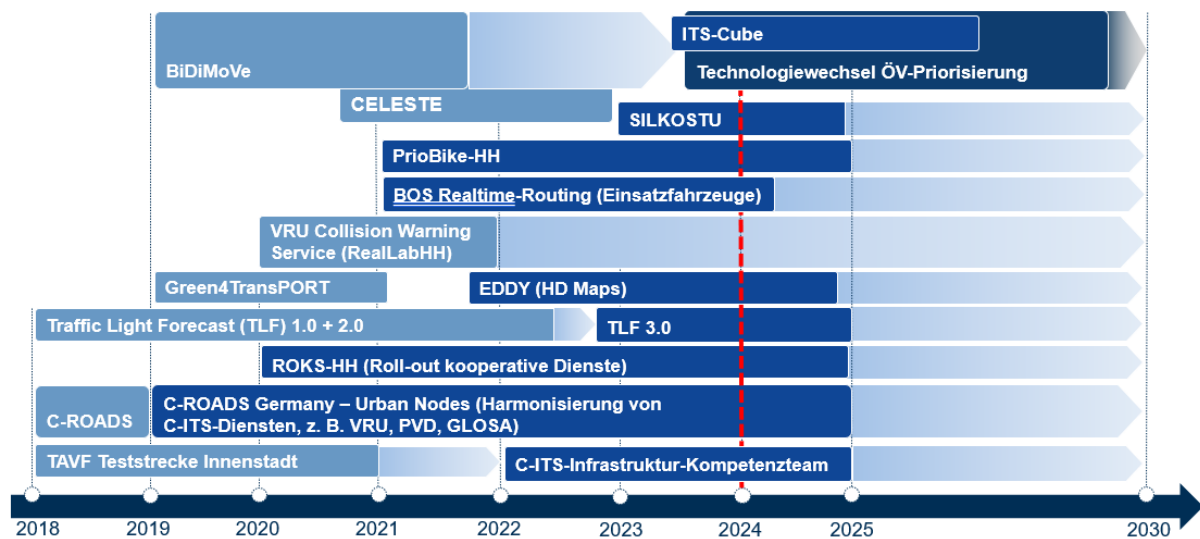


Abbildung 19: Entwicklungspfad Kooperative Systeme | Von C-ITS-Testfeldern zum Roll-out und Betrieb von C-ITS-Diensten

#### Handlungsschwerpunkte 2030

- Den öffentlichen Verkehr smart priorisieren (ca. 600 LSA und bis zu 1.800 Busse).
- Einsatzfahrzeuge priorisieren.
- Verkehrssicherheit für VRU durch Vernetzung und Zusatzdienste wie die Infrastruktur-zu-Fahrzeug-Kommunikation (I2V) erhöhen.
- Die aktive Mobilität durch fuß- und radverkehrsfriendlichere Steuerung der LSA fördern.
- Das automatisierte Fahren infrastrukturseitig unterstützen, indem die Eigenpositionsermittlung der Fahrzeuge verbessert sowie Signal Phase and Timing Information (SPTI) funktional sicher bereitgestellt werden.
- Verkehrs- und Warnmeldungen zu Bau- oder Gefahrenstellen verfügbar machen.
- CAM-Nachrichten als neuen Kommunikationsstandard zwischen Fahrzeugen und zur Infrastruktur sowie in der Verkehrslenkung und -steuerung verwenden.
- Durchsetzung von Verkehrsregeln über diesen Kommunikationsweg erproben und im Rahmen der rechtlichen Möglichkeiten anwenden. Unterstützung bei der Weiterentwicklung des Rechtsrahmens für diesen Themenkomplex auf Bundesebene anbieten/einbringen.

#### Beschreibung des Entwicklungspfad Kooperative Systeme

Unter kooperativen Verkehrssystemen versteht man das Zusammenspiel verschiedener vernetzter Verkehrssysteme. Durch die Kommunikation zwischen Fahrzeugen (V2V) untereinander und mit der Verkehrsinfrastruktur (V2I) ergibt sich ein Austausch von Informationen zwischen den verschiedenen Beteiligten. Hamburg setzt bei kooperativen Systemen auf die Implementierung sogenannter C-ITS Dienste. Der Entwicklungspfad Kooperative Systeme beinhaltet die Anfänge der C-ITS-Testfelder und beschreibt die Entwicklung hin zum flächendeckenden Roll-out und Betrieb von C-ITS-Diensten im gesamten Stadtgebiet. Hamburg hat sich zum Ziel gesetzt, erste C-ITS-Dienste zu testen, zu pilotieren und wo es sinnvoll ist auszurollen. Der Entwicklungspfad umfasst insgesamt vier Phasen:

1. **Testphase:** In dieser Phase werden verschiedene C-ITS-Dienste getestet, um ihre Umsetzbarkeit in Hamburg zu überprüfen. Hierzu wird beispielsweise die TAVF in der Hamburger Innenstadt genutzt. Hier wurde 2018 mit dem Aufbau von ITS-G5-basierten Kommunikationsanlagen begonnen. Dieses C-ITS-Testfeld mit V2X-Kommunikationstechnik bietet realitätsnahe und anspruchsvolle Verkehrssituationen.



Hamburg arbeitet auf der TAVF in Use-Cases eng mit der Forschung und Industrie zusammen, um die Use Cases für das vernetzte Fahren zu harmonisieren und die Standardisierung der C-ITS-Nachrichten und -Komponenten (z. B. Public Key Infrastructure oder PKI) voranzutreiben. In der Vergangenheit wurden diverse C-ITS-Projekte auf der TAVF umgesetzt und erprobt. Die Weiterführung und Erweiterung der Teststrecke erfolgen im Rahmen des C-ITS-Infrastruktur-Kompetenzteams (CIIK). Das Projekt „VRU Collision Warning Service“ im Reallabor Hamburg zielte darauf ab, die Attraktivität und Sicherheit von Fußgänger-, Fahrrad- und Scooter-Verkehren (VRUs) durch die Vernetzung von ausgewählten Elementen der Verkehrsinfrastruktur mit den Verkehrsteilnehmenden zu erhöhen. Dies ermöglichte eine Optimierung der Fortbewegung und stellt Services zur Kollisionswarnung bereit, um die Sicherheit der VRUs zu erhöhen.

- 2. Pilotphase:** Nach der erfolgreichen Testphase wurden ausgewählte C-ITS-Dienste in einer Pilotphase auf einer begrenzten Anzahl von Straßen und Kreuzungen eingesetzt. Dies ermöglicht es, die C-ITS-Anwendungen in einem realen Umfeld zu testen und weitere Erkenntnisse über deren Nutzen und Herausforderungen zu gewinnen. Im Projekt TLF 2.0 wurden die Prozessdaten von rund 800 Lichtsignalanlagen diskriminierungsfrei auf der UDP bereitgestellt. Mithilfe dieser Daten lassen sich verschiedene Dienste, wie z. B. ein Ampelprognosedienst, umsetzen. So nutzt das Projekt PrioBike-HH beispielsweise diese Daten, um in der PrioBike App einen Ampelphasenassistenten für Radfahrende zu implementieren. Gleichzeitig wurde eine Geschwindigkeitsempfehlung für Radfahrende in Form einer Hinweissäule am Radweg nahe des Bahnhofs Dammtor errichtet, um unnötige Wartezeiten zu verringern. Im Projekt „Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BOS) Realtime-Routing“ soll die Fahrzeit von Sondereinsatzfahrzeugen reduziert werden. Mögliche Verfahren zur Erreichung dieses Ziels beinhalten die Optimierung des Routings durch die Einbindung von Verkehrs- und LSA-Daten, die einsatzabhängige Beeinflussung der LSA durch V2I-Kommunikation oder die Informierung von anderen Verkehrsteilnehmenden über die Einsatzfahrt durch Fahrzeug-Fahrzeug-Kommunikation. In der Pilotphase wird eine LSA-Priorisierung der Einsatzfahrzeuge entlang der Ludwig-Erhard-Straße erprobt. Im Projekt BiDiMoVe wurde auf der Buslinie M26 eine dynamische und bedarfsgerechte LSA-Priorisierung des ÖPNV mittels Vernetzung über den ITS-G5-Funkstandard erfolgreich erprobt. Das Projekt Green4Transport zielte darauf ab, durch die Verwendung von V2X-Technologie den Schwerverkehr an ausgewählten Ampelkreuzungen im Hafen zu identifizieren und zu priorisieren, um den Verkehrsfluss und die Verkehrssicherheit zu erhöhen und die Emissionen zu reduzieren. Bei der Bereitstellung von HD-Kartendaten im Projekt EDDY gemäß Transparenz- und Open-Data-Richtlinien werden hochauflösende Kartendaten von bestimmten Bereichen oder Regionen erfasst und anschließend in einem Format veröffentlicht, das für die Öffentlichkeit zugänglich ist. Im Forschungsprojekt CELESTE, welches dynamische Geschwindigkeitslimits im Stadtgebiet ermöglicht, passt das System die Geschwindigkeitsbegrenzungen den jeweiligen Gegebenheiten an und reagiert auf unvorhergesehene Ereignisse, um so die Verkehrssicherheit zu erhöhen. Im Projekt SILKOSTU wird die Sensibilisierung von relevanten Einrichtungen der öffentlichen Hand zum Thema sichere C-ITS-Kommunikation umgesetzt. Im Rahmen des Projekts werden eine Roadside Unit (RSU) und On-Board Unit (OBU) entwickelt, die in der Lage sind, verschiedene Kommunikationskanäle zu bedienen, um dabei äußerst strenge Sicherheitsanforderungen u. a. im Bereich der Bus- und Einsatzfahrzeug-Priorisierung zu untersuchen. Als Vorprojekt für den Technologiewechsel der ÖV-Priorisierung vom Analog- zum Digitalfunk dient der ITS-Cube. Dies beinhaltet die Fahrzeitverkürzung,

Reduzierung von Bremsvorgängen, Optimierung des Verkehrsflusses und die Entwicklung eines ITS-Konzepts für die Bus-Priorisierung mit einem Roll-out-Zeitplan bis 2030.

3. **Roll-out:** Mit Abschluss der Pilotphase wurden C-ITS-Dienste auf weitere Straßen in Hamburg ausgerollt. Dies erforderte die Installation von Infrastrukturelementen auf Basis des ITS-G5-Standards, die es ermöglichen, die C-ITS-Dienste einer größeren Anzahl an Fahrzeugen von Verkehrsteilnehmenden bereitzustellen. Im Rahmen von Projekten wie Roll-out Kooperative Systeme in der Hansestadt Hamburg (ROKS-HH) und C-ROADS Germany – Urban Nodes (CRG-UN) wurden sukzessive C-ITS-Dienste wie z. B. der Ampelphasenassistent (GLOSA) oder TTG (Time-to-Green) an über 100 LSA-Knoten realisiert. Die Ausstattung von ununterbrochenen Strecken mit diesen Services können zu einer Verstetigung sowie Optimierung des Verkehrsflusses und gleichzeitig zur Schadstoffreduzierung führen. Das Projekt Traffic Light Forecast (TLF) 3.0 knüpft an seine Vorgänger TLF 1.0 und 2.0 an und widmet sich dem Ziel, die Arbeitsprozesse der Erstellung von Verkehrsdatenkarten (MAPs) zu automatisieren, um den Roll-out des Projekts zu beschleunigen und den Output pro Zeiteinheit zu erhöhen.
4. **Betrieb:** Nachdem die kooperativen Systeme in Hamburg ausgerollt wurden, geht es in den Regelbetrieb und die weitere Optimierung. Dazu gehört beispielsweise die echtzeitnahe Überwachung und Wartung der Infrastruktur sowie die Anpassung der C-ITS-Dienste an veränderte Verkehrsbedingungen. Hierzu wurde bereits erfolgreich eine Monitoring-Zentrale für die verbauten RSU implementiert. Somit kann der Betriebszustand der RSUs überwacht oder Updates eingespielt werden. Zudem werden weitere betriebliche Systeme (z. B. MAP-Verwaltung) und Prozesse erarbeitet und implementiert.

Durch den Einsatz von C-ITS-Technologien und -Diensten wird der Verkehr effizienter organisiert, was zur Reduzierung von Schadstoffemissionen und einer besseren Verkehrssicherheit führt. Gefährliche Situationen können durch den Informationsaustausch zwischen Verkehrsinfrastruktur und vernetzten Fahrzeugen vermieden werden. Die Priorisierung im öffentlichen Verkehr und von Einsatzfahrzeugen wird durch die Integration von C-ITS optimiert, indem Fahrzeuge priorisiert und effizienter geleitet werden, um den Verkehrsfluss zu verbessern. Die Verkehrssicherheit für Zufußgehende und Radfahrende kann durch die I2V-Kommunikation erhöht werden. Der Radverkehr wird durch die Vernetzung und Zusatzdienste von C-ITS gefördert, indem Echtzeitinformationen über Fahrradwege, Verkehrsbedingungen und potenzielle Gefahren bereitgestellt werden. Die Unterstützung des automatisierten Fahrens auf infrastruktureller Ebene ermöglicht die Kommunikation zwischen Verkehrsinfrastruktur und Fahrzeugen, um eine reibungslose Integration automatisierter Fahrzeuge zu gewährleisten.

Die Nutzung von C-ITS-Diensten verbessert die Verkehrsüberwachung, was zu einer effektiveren Durchsetzung von Verkehrsregeln und -vorschriften beiträgt. Die C-ITS-Direktive des Europaparlaments fördert die Einführung von Technologien zur Kommunikation zwischen Fahrzeugen und Infrastruktureinrichtungen, um die Sicherheit, Effizienz und Nachhaltigkeit des Verkehrs zu verbessern. Sie legt auch Anforderungen für die Einführung von C-ITS sowie Rahmenbedingungen für Datenschutz und Datensicherheit fest, um einheitliche Standards für kooperative Verkehrssysteme in Europa zu schaffen und die Integration von C-ITS in bestehende Verkehrssysteme zu erleichtern.

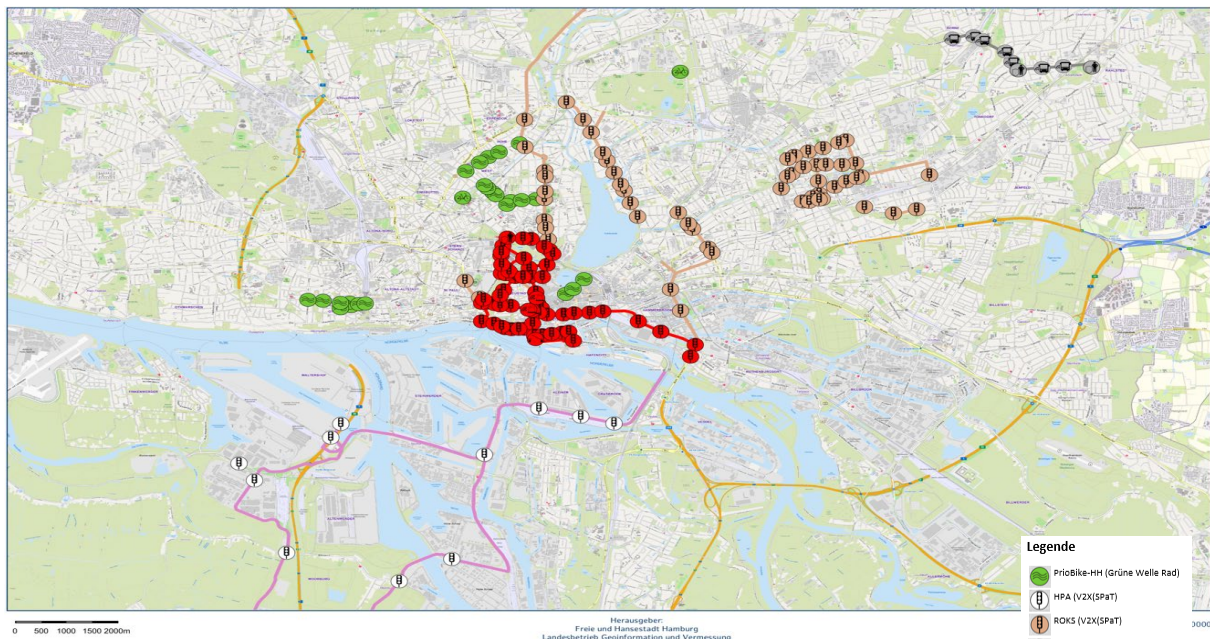


Abbildung 20: C-ITS-Dienste in Hamburg (Quelle: LGV)

### Fiktive User Journey 2030 – Kooperative Systeme

- Bei trockenem Wetter ist Ida Anderson gerne draußen unterwegs und entscheidet sich, die Wege zu ihren persönlichen Meetings außerhalb des Homeoffice mit einer Kombination aus ÖPNV und Leihfahrrad zurückzulegen. Da es in Hamburg eine intelligente Ampelschaltung gibt, die Busse und On-Demand-Shuttles priorisiert, weiß sie, dass sie so schneller vorankommt als mit einem Carsharing-Fahrzeug. Den Weg von der Haltestelle kann Ida mit einem der vielen Leihfahrräder fortsetzen. An manchen Kreuzungen werden das Fahrrad und der Fußverkehr priorisiert, und mithilfe von Geschwindigkeitsempfehlungen via App und Hinweissäulen zur optimalen Radfahrgeschwindigkeit kann sie sicher, schnell und flüssiger vorankommen.
- Bei Regenwetter ist Idas Freund Lasse Larsson mit einem Carsharing-Abo-Fahrzeug zu seinen Meetings unterwegs. Das Fahrzeug ist, wie viele andere neuere Fahrzeuge, in der Lage, Cooperative-Awareness-Messages(CAM)-Nachrichten zu senden und zu empfangen. Da bei Regen viele Verkehrsteilnehmende auf das eigene Auto umsteigen, ist der Verkehr dichter, und Gefahrensituationen häufen sich. Lasse biegt an einer schlecht einsehbaren Kreuzung rechts ab, das Fahrzeug bremst dank der direkten Kommunikation automatisch ab, da er einen schnell herannahenden Radfahrer nicht hat kommen sehen.
- Auf einer Alternativroute ist ein Unfall passiert, und sein Fahrzeug empfängt eine Nachricht über ein herannahendes Einsatzfahrzeug. Paul kann dadurch schnell Platz machen, was auch die vor und hinter ihm fahrenden Fahrzeuge ohne diese Technologie bemerken. Der Stau löst sich schnell auf, da auch die Ampel vor ihm das Einsatzfahrzeug priorisiert.
- Konstantin Krämer ist nebenberuflich Rettungssanitäter und wird mit seinem Team zu einem Unfall gerufen. Dank der Einsatzfahrzeug-Priorisierung an vielen Ampeln kann die Fahrzeit der Fahrzeuge erheblich reduziert werden. Zudem konnte in den letzten Jahren das Routing verbessert werden, da Verkehrs- und Ampelraten bei der Planung einbezogen werden. Durch die Kommunikation der Fahrzeuge untereinander können die anderen Verkehrsteilnehmenden schneller und frühzeitig auf Konstantin und sein

Einsatzfahrzeug reagieren und Platz schaffen. Verletzten kann so noch schneller geholfen werden.

### 3.2.7 Entwicklungspfad Digitales Parkraummanagement

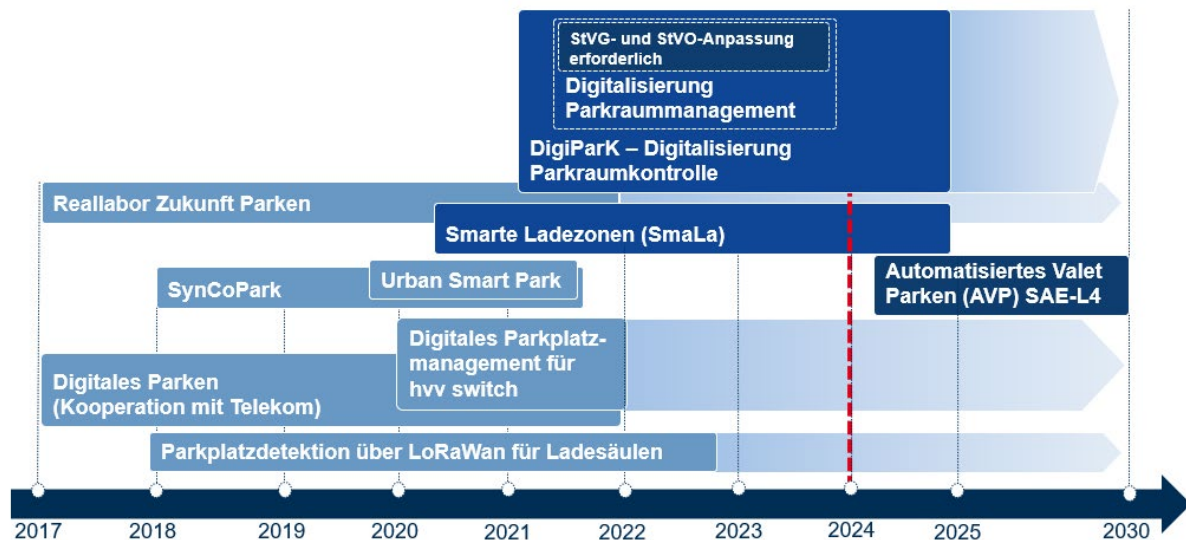


Abbildung 21: Entwicklungspfad Parkraummanagement | Von der Parkplatzdetektion zum vollständigen digitalen Parkraummanagement

Handlungsschwerpunkte 2030

- Sensoren und Datenanalysen für Prognosen zur Parkraumauslastung und Echtzeitinformationen zur Parkdrucksituation nutzen.
- Die Parkraumkontrolle (teil-)automatisieren, indem Scan-Fahrzeuge die Kennzeichen scannen.
- Automatisiertes Valet-Parken (AVP) nutzen, um den Verkehrsfluss zu verbessern und die Parkraumbelastung zu reduzieren.
- Parksuchverkehre durch ein digitales Parkleitsystem reduzieren.
- Smarte Ladezonen für koordinierten und effizienten Lieferverkehr ausbauen und rechtssicher machen.

#### Beschreibung des Entwicklungspfades Digitales Parkraummanagement

Im Rahmen des Entwicklungspfades soll bis 2030 die Digitalisierung des Parkraummanagements vorangetrieben werden. Dabei wird sich die Parkplatzdetektion hin zu einem vollständig digitalen Parkraummanagement entwickeln. Zentral für diese Entwicklung ist die Schaffung der notwendigen gesetzlichen Grundlagen und Rahmenbedingungen. Das bedeutet auch, dass Gesetze auf Bundesebene angepasst werden müssen. In den vergangenen Jahren konnten in Hamburg bereits zahlreiche Projekte entwickelt und getestet werden, die zu einer zunehmenden Digitalisierung des Parkraummanagements beitragen. Wichtiger Baustein war das gestartete Metaprojekt des LBV „Reallabor Zukunft Parken“, welches mehrere Aspekte der Digitalisierung des Parkraummanagements beinhaltet: Es wurde ein Fachverfahren entwickelt, welches die Personalsteuerung für die Durchführung der Parkraumkontrollen ebenso unterstützt wie die Verwaltung der auf über 2.000 Stück gewachsenen Zahl an Parkautomaten. Essenzielle Datenbestände wie der öffentliche Parkraum, die Standorte der Parkautomaten, Bewohnerparkzonen und Kontrollgebiete



wurden in einem Geoinformationssystem erfasst und seitdem regelmäßig gepflegt. Die Erfassung von Ordnungswidrigkeiten wurde von veralteten, schweren Datenerfassungsgeräten auf Smartphones mit entsprechender Erfassungs-App umgestellt. Seit März 2021 werden auch Möglichkeiten zur Automatisierung der Parkraumkontrollen untersucht und entwickelt.

Die Zusammenführung und Weiterentwicklung insbesondere der Automatisierung der Kontrollen des ruhenden Verkehrs erfolgt im Projekt DigiParK (Digitales Parkraummanagement). Durch das Scannen von Kennzeichen z. B. über Scan-Fahrzeuge, soll die Kontrolle des Parkraums automatisiert oder halb automatisiert erfolgen. Dies ermöglicht es, das Parkraummanagement effektiver zu gestalten und die Verkehrssicherheit zu erhöhen. Um diese Entwicklungen im öffentlichen Raum zu ermöglichen, müssen sowohl der notwendige technische als auch der (bundes-)rechtliche Rahmen für die Automatisierung geschaffen werden. Die Technologisierung der Parkraumkontrolle soll die Effizienz steigern und den Personalbedarf senken.

Zusätzlich hat die Deutsche Telekom mit dem Projekt „Digitales Parken“ in Zusammenarbeit mit dem LBV die Erfassung über den Einbau von rund 1.000 Sensoren an Parkflächen getestet. In Kombination mit weiteren Daten liefert das System dem LBV Prognosen über die Parkraumauslastung und sendet Echtzeitinformationen zur Parkdrucksituation in bestimmten Gebieten Hamburgs. Die Daten der Telekomsensoren für rund 1.000 Sensoren in den öffentlichen Parkständen kann Hamburg noch weiterhin bis zum Ende der Batterielebensdauer (bis max. ca. 2029) nutzen. Aufgrund strategischer Neuausrichtung bei der Telekom wird das Projekt aber nicht weiter fortgeführt.

In den Boden eingelassene Parkplatzsensoren der Telekom ermöglichen es beim digitalen Parkraummanagement für hvv switch, die Verfügbarkeit von Parkplätzen für Carsharing-Fahrzeuge an Mobilitätsstationen (hvv switch Punkten) in Echtzeit anzuzeigen. Dies erleichtert die Nutzung von Carsharing bei hohem Parkdruck in innerstädtischen Gebieten.

Projekte wie SynCoPark oder Urban Smart Park (USP) waren Testprojekte, die das automatisierte Einparken in der Elbphilharmonie und an den Landungsbrücken demonstriert haben. AVP im Bereich des vollautomatisierten Fahrens (SAE L4) kann künftig den Verkehrsfluss verbessern, da es das zeitraubende und ineffiziente Manövrieren bei der Parkplatzsuche reduziert. Zum anderen wird die Parkraumbelastung reduziert, indem der Platzbedarf für das Ein- und Ausparken verringert wird. Dies kann dazu beitragen, den Bedarf an Parkplätzen zu reduzieren. Stress und Frustrationen beim Parken und dem Suchen nach Parkplätzen werden reduziert, wodurch die Lebensqualität vor allem für die Anwohnenden steigt.

Die urbanen Logistikverkehre sehen sich durch den zunehmenden Onlinehandel mit einem wachsenden Transportvolumen konfrontiert. Digital reservierbare Lieferfenster auf speziellen Ladezonen können dazu beitragen, dass sich der Lieferverkehr in der Stadt besser verteilt, insgesamt reduziert und die Verkehrsbelastung z. B. durch Kurier-Express-Paket-Dienste (KEP-Dienste) sinkt. Die ersten smarten Liefer- und Ladezonen (SmaLa), die im Rahmen des Bundesförderprogramms „Digitalisierung kommunaler Verkehrssysteme“ von Seiten des Bundesministeriums für Digitales und Verkehr realisiert werden, verfolgen diesen Ansatz und werden bis Mitte der 20er-Jahre an bis zu 25 Standorten getestet, um das Parken von Lieferverkehren in der zweiten Reihe zu reduzieren.

### *Fiktive User Journey 2030 – Digitales Parkraummanagement*

- Johanna Sommer besucht Hamburg für ein Konzert in der Elbphilharmonie und hat mit ihrem Carsharing-E-Auto kein Problem, einen Parkplatz zu finden. Dank der Möglichkeit der Prognose der Parkraumauslastung und Sensoren auf den Parkplätzen der hvv switch Punkte kann sie über das Fahrzeugcockpit nicht nur sehen, ob die E-Ladesäule belegt ist, sondern auch, ob der Parkplatz nicht von einem Falschparkenden blockiert ist. So kann Johanna gezielt zu freien Parkplätzen fahren, ohne lange suchen zu müssen. Die Fahrt zur Elbphilharmonie wird dadurch wesentlich entspannter, und ihre Reisezeit wird kürzer.

- Bodo Hoffmann wohnt in einer Bewohnerparkzone. Beim Besuch von Freunden nutzt Bodo die Möglichkeit, online einen Besucherparkausweis zu beantragen, der pro Tag berechnet wird. Die Bereiche der Bewohnerparkgebiete stehen im Verkehrsportal der Stadt Hamburg frei zur Verfügung. Die Freunde von Bodo profitieren vom geringeren Parkdruck, indem sie eine höhere Chance haben, einen Parkplatz in Wohnungsnähe zu finden.
- Auf der anderen Seite arbeitet Lasse Larsson beim Parkraummanagement des LBV. Dank der Ausrüstung mit Smartphones ist die Erfassung von falsch geparkten Autos nun wesentlich einfacher. Zudem ermöglichen sogenannte Scan-Cars, vorab zu ermitteln, wo sich falsch geparkte Autos befinden. Lasse kann dann zielgerichtet zu diesen Standorten gehen und die falsch parkenden Fahrzeuge über sein Smartphone aufnehmen. Seine Arbeit ist dadurch effizienter geworden, und der Personaleinsatz im gesamten Parkraummanagement des LBV kann zielgerichteter und bedarfsgerechter erfolgen. Dank der vereinfachten und digitalisierten Kontrolle gibt es inzwischen weniger Falschparkende, die Anzahl der „Zweitreiheparkenden“ hat sich reduziert und der Verkehrsfluss hat sich verbessert.
- Für Paketzustellende wie Ida Anderson erleichtern Smarte Ladezonen den Arbeitsalltag. Die Möglichkeit, Lieferfenster in den Smarten Lade- und Lieferzonen vorab per App reservieren zu können, hat zu einer Entzerrung der Lieferverkehre geführt, wodurch der Berufsverkehr entlastet wird und der Parkdruck geringer geworden ist. Der Arbeitsalltag für Ida und ihre Mitarbeitenden hat sich dadurch etwas entlastet, da sie nun zielgerichteter eine Ladezone finden und von dort aus die Paketverteilung an die endgültige Lieferadresse vornehmen können. Die Dienstplanung ist effizienter und ressourcenschonender geworden.



### 3.2.8 Entwicklungspfad City- und Hafenlogistik

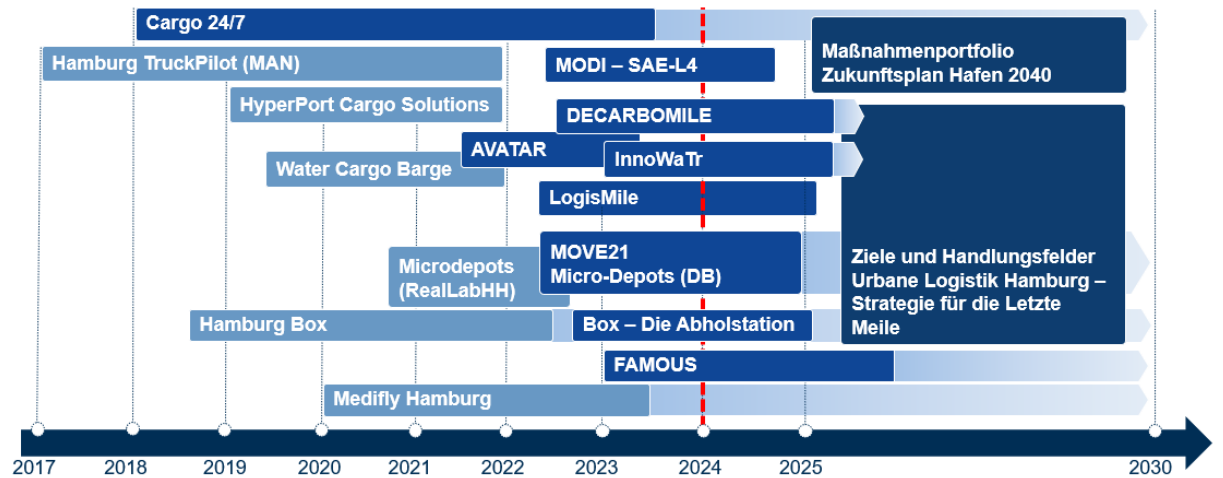


Abbildung 22: Entwicklungspfad City- und Hafenlogistik | Von der smarten Citylogistik zum autonomen Warentransport

#### Handlungsschwerpunkte 2030

- Zahlreiche Mikro-Depots/-Hubs im urbanen Raum etablieren und für die effiziente Verteilung der Waren alternative Transportmittel wie zum Beispiel E-Lastenräder nutzen.
- Anbieterübergreifende Paketboxen, an denen mehrere Anbietende eine Station nutzen, um an zentralen Knotenpunkten an Endnutzende zu liefern.
- Emissionsfreie Lieferfahrzeuge einsetzen und sukzessive durch autonome Lieferfahrzeuge ergänzen.
- Die Privilegierung von emissionsfreien Lieferfahrzeugen für befahrbare Fußgängerzonen sowie für die Nutzung von Lieferzonen in Abstimmung mit den Bezirken und Polizeikommissariaten sukzessive einführen.
- Prüfen, ob im urbanen Warentransport Wasserwege als umweltfreundliche Alternative zur Straße nutzbar sind.
- Fahrzeuge des Wirtschaftsverkehrs nutzen das Siegel der Umweltflotte flächendeckend.
- Autonome und nachhaltige Systeme im Hafen fördern.

#### Beschreibung des Entwicklungspfades City- und Hafenlogistik

Der Entwicklungspfad City- und Hafenlogistik bezieht sich auf Projekte, die sich mit der Entwicklung einer smarten Citylogistik bis zum autonomen Warentransport befassen. In der Metropolregion Hamburg werden täglich große Mengen an Gütern transportiert, die für die Versorgung der Stadt und die Wirtschaft unerlässlich sind. Eine effiziente, intelligente und umweltverträgliche Gestaltung der City- und Hafenlogistik ist daher ein zentraler Baustein für eine nachhaltige Mobilität in Hamburg. Dieser Wandel wird durch die Umsetzung verschiedener Projekte unterstützt, die auf der „Strategie für die Letzte Meile“ 2030 und dem Hafententwicklungsplan 2040 (im Entwurf) aufbauen. Insgesamt ist rund ein Drittel der innerstädtischen Verkehre auf den Wirtschaftsverkehr, darunter die City- und Hafenlogistik, zurückzuführen.

Die Elektrifizierung der Lieferfahrzeuge zur klimafreundlichen Gestaltung der Verkehre spielt hierbei eine wichtige Rolle und ist im Innenstadtbereich durch den Einsatz von flexiblen und schnellen E-Lastenrädern bei den KEP-Diensten wie Deutscher Post, Hermes oder UPS schon heute deutlich sichtbar.

Das Projekt FAMOUS zielt darauf ab, ein Assetsharing-Marktmodul für die Reservierung und gemeinsame Nutzung von Ladeinfrastruktur zu entwickeln und es mit der Überwachung des Netzwerkszustands zu verbinden, um den Strombedarf besser prognostizieren zu können. Im

Projekt Medifly Hamburg wurden die ersten Schritte unternommen, um den Transport von medizinischen Gütern mithilfe von Drohnen z.B. für Krankenhäuser zu ermöglichen. Durch die Einbindung eines medizinischen Luftfrachtdienstes wird eine effiziente und schnelle Versorgung gewährleistet. Das EU-Projekt DECARBOMILE baut auf Erkenntnissen eines Projektes zur Nutzung von Pontons/Booten (Projekt AVATAR) sowie einer Machbarkeitsstudie zur Nutzung Hamburger Wasserwege (Projekt Water Cargo Barge) zur Warenauslieferung auf. Das Projekt zielt auf die Pilotierung der Paketauslieferung mit einem elektrisch betriebenen Boot auf den Hamburger Kanälen von Elbe und Alster mit anschließender Feinverteilung per E-Lastenräder ab. Auch die Projekte Connected River sowie INNOWATR 2.0 befassen sich mit der potenziell vermehrten Nutzung der Wasserwege für logistische Aktivitäten.

Digitalisierte Dienste für alternative Belieferungskonzepte werden immer wichtiger und in zahlreichen Projekten mit Hamburger Beteiligung erforscht und getestet. Das Projekt LogisMile demonstriert, wie autonome Hub-Fahrzeuge in Kombination mit autonomen Zustellgeräten eingesetzt werden können, um Waren auszuliefern. Zudem setzt Hamburg auf Pick-up Points, um KEP-Dienste effizienter und umweltfreundlicher zu gestalten und die Endkundschaft besser einzubinden. Die Einrichtung von Paketboxen an mehreren U- und S-Bahnhöfen wird von der Deutschen Bahn und DHL im Projekt „Box – Die Abholstation“ deutschlandweit ausgerollt. Hamburg erhält bis zu 30 Standorte, an denen die Kundinnen und Kunden ihre Pakete an ÖPNV-Stationen aufgeben oder abholen können.

Die Entwicklung von Mikro-Hub-Konzepten wird u. a. im laufenden EU-Projekt Move21 vorangetrieben. Dort wird an mindestens zwei Standorten Personen- und Warenmobilität zusammengedacht und pilotiert. So teilt sich z. B. in einem Quartiershub in Altona bereits ein Mikro-Depot Flächen mit sozial-kulturellen Nutzungen. Ausgehend von Mikro-Depots werden Pakete mit alternativen Transportmitteln wie z. B. E-Lastenrädern weiter innerhalb der Quartiere verkehrs- und emissionschonend ausgeliefert. Die Erfahrungen aus den Projekten zeigen, dass geeignete private und öffentliche Flächen für derartige Projekte knapp sind, weshalb z. B. halböffentliche Flächen etwa in Parkhäusern zunehmend an Relevanz gewinnen werden. Künftig wird auch eine stärkere Einbindung der Immobilienwirtschaft für die Realisierung von Mikro-Hubs eine wesentliche Rolle spielen müssen.

In Anknüpfung an die erfolgreichen Tests im Projekt TruckPilot durch MAN auf einem HHLA-Gelände im Hamburger Hafen wird in den nächsten Jahren zusammen mit der Industrie an Use Cases und Lösungen für den Lückenschluss hin zu autonomen Lkw gearbeitet, um dem Mangel an Fahrzeugführenden und der gleichzeitigen Zunahme von Warenströmen entgegenzuwirken. Hamburg wird im Projekt MODI als Teststadt dienen und teil- bis hochautomatisierte Fahrzeuge auf öffentlichen Straßen testen. Das Projekt wird in Zusammenarbeit mit rund 30 europäischen Partnern an der Standardisierung von Cooperative Connected and Automated Mobility (CCAM) im Korridor zwischen Oslo und Rotterdam arbeiten. Warenströme werden gelegentlich per Lkw aus Richtung Kopenhagen oder Rotterdam eingeführt, wobei MODI einen Grundstein für die Entwicklung von SAE-L4-Fahrzeugen legt.

Zudem kann durch die Optimierung unterschiedlicher Slot-Buchungssysteme im Rahmen des Projekts Cargo 24/7 die Wartezeit für Lkw-Fahrende zu den Containerterminals im Hafen wesentlich reduziert werden.

Der Entwicklungspfad des Wirtschaftsverkehrs zeigt, wie Digitalisierung und innovative Projekte die Mobilitätswende unterstützen können, um z. B. eine effizientere und nachhaltigere Logistik zu ermöglichen. Schließlich können auch digitale Lösungen wie intelligente Routenplanung oder die Nutzung von autonomen Fahrzeugen zur Paketzustellung dazu beitragen, dass der Verkehr in der Stadt reduziert wird.

### *User Journeys 2030 – City- und Hafenlogistik*

Amina Ndlovu ist Einzelhändlerin in Hamburg und hat Warenbestellungen aufgegeben. Nun wartet sie auf deren Ankunft. Anstatt wie früher einige Tage warten zu müssen und die Lieferung aus den Lieferfahrzeugen zu erhalten, stehen heute weitere Möglichkeiten zur Verfügung. Die Lieferung wird Amina mit einem autonomen Lieferwagen mit Lieferroboter zugestellt, der die Waren von einem Mikro-Depot in Empfang genommen hat. Auch ihrer Kundschaft stehen verschiedene Möglichkeiten zum Erhalt ihres Einkaufs zur Verfügung: Statt selbst zum Laden fahren zu müssen, beauftragt Amina per App eine Auslieferung per Lastenfahrrad, das die Waren direkt und lokal emissionsfrei an die Kundin oder den Kunden ausliefert.

### 3.2.9 Entwicklungspfad Erhaltungsmanagement

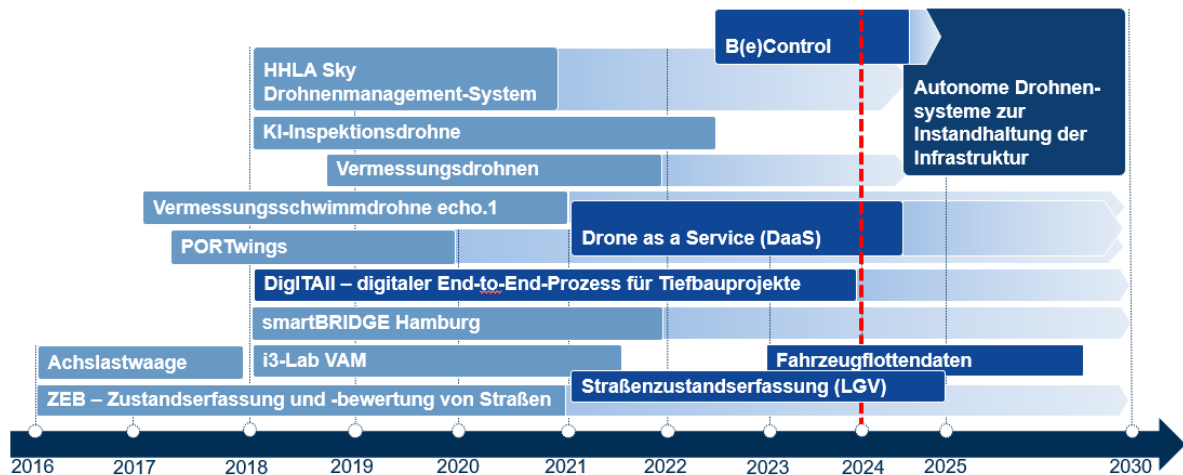


Abbildung 23: Entwicklungspfad Erhaltungsmanagement | Von der digitalen Zustandserfassung zum automatisierten Erhaltungsmanagement

#### Handlungsschwerpunkte 2030

- Autonome Drohnensysteme nutzen, um die Effizienz der Instandhaltung im Hamburger Hafen und im Stadtgebiet zu erhöhen, das Infrastrukturmanagement intelligenter zu gestalten, die Services der Katastrophenschutzeinheiten zu erweitern, Sicherheitsaufgaben durchzuführen, Umweltbedingungen zu überwachen und zur Kosteneinsparung beizutragen.
- Luftdaten nutzen, um die Wartung, Planung und Entwicklung von Brücken, Gebäuden, Deichen und Straßen zu erleichtern.
- Sensormessungen und weitere Daten zur Automatisierung des Erhaltungsmanagements nutzen, um Vorhersagen machen können, wann Wartungs- und Reparaturarbeiten an Infrastrukturkomponenten erforderlich sind.
- Den Straßenzustand detektieren und einen standardisierten Prozess zur Bereitstellung eines aktuellen Bildes des Straßenzustands einführen.
- Fahrzeugflottendaten zur Unterstützung der betrieblichen Erhaltung von Straßen nutzen.
- Die Koordination der Baulastträger/Leistungsunternehmen verbessern.
- Die Erweiterung des bestehenden Systems der Achslastwaage zur Verlängerung der Brückeninfrastrukturlebensdauer prüfen, um ein zweites zertifiziertes und gerichtsfestes Ahndungsinstrument zur Objekterkennung und Halteridentifikation („Weigh in Motion“) zu erhalten.

#### Beschreibung des Entwicklungspfad Erhaltungsmanagement

Das Erhaltungsmanagement entwickelt sich im gleichnamigen Entwicklungspfad von einer einfachen digitalen Erfassung des Zustands der Infrastruktur zum automatisierten Erhaltungsmanagement. Durch den Einsatz moderner Technologien und Geoinformationssysteme werden im Status quo schon sämtliche Daten zur Zustandserfassung und -bewertung der Straßen elektronisch erfasst, verwaltet und georeferenziert. Dies ermöglicht eine präzise Verortung und Visualisierung der Straßenzustandsdaten auf digitalen Karten. Die Digitalisierung des Erhaltungsmanagements erleichtert nicht nur die effiziente Verwaltung der Straßeninfrastruktur, sondern ermöglicht auch eine fundierte Entscheidungsfindung hinsichtlich der Priorisierung von Erhaltungsmaßnahmen.

Scan-Fahrzeuge, Scan-Lastenräder, Sensormessungen an Bauwerken der Verkehrsinfrastruktur, Digitale Zwillinge oder Drohnen werden Automatisierungsprozesse im Erhaltungsmanagement zukünftig beschleunigen, die Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit von Anlagen und Fahrzeugen erhöhen, Kosten reduzieren sowie die Sicherheit und Effizienz im

Betrieb verbessern. Ein wesentlicher Bestandteil des Erhaltungsmanagements ist die Instandhaltung der Infrastruktur. Durch die Vorhersage von potenziellen Ausfällen oder Problemen können Unterhaltungsarbeiten geplant und optimiert werden, um Ausfallzeiten zu minimieren und die Lebensdauer der Infrastruktur zu verlängern.

Die Erfassung und Bewertung des Straßenzustands wird in Hamburg bereits seit 2003 regelmäßig nach dem einheitlichen Standard „Zustandserfassung und -bewertung“ (ZEB) durchgeführt. Sie ist eine entscheidende Grundlage für das Erhaltungsmanagement der Straßen. Das ZEB-Verfahren ermöglicht es, den Zustand von Straßen objektiv und systematisch zu erfassen und zu bewerten. Hierbei werden verschiedene Parameter wie beispielsweise Oberflächenbeschaffenheit, Risse und Unebenheiten erfasst und bewertet. Die Bewertung erfolgt dabei nach definierten Kriterien und erfolgt in Form von Zustandsnoten. Anhand der ZEB werden unter Abwägung weiterer Einflüsse wie der verkehrlichen Bedeutung die Maßnahmen zur Erhaltung und Ertüchtigung der Straßen priorisiert. Als weitere Datenquelle werden Fahrzeugflottendaten zur Identifikation von Sicherheits-Hot-Spots im Hamburger Straßennetzwerk genutzt.

Um die ständigen Belastungen der Süderelbbrücke besser abschätzen zu können, wurde 2016 eine Achslastwaage installiert, die das Wiegen von Lkw-Transporten im fließenden Verkehr mit einer Geschwindigkeit von bis zu 100 km/h ermöglicht. Diese Vorrichtung erlaubte es, Daten zu erfassen, die als Referenzwerte für die Standardberechnungsmodelle dienen. Durch die Verwendung dieser realen Daten konnten genauere und präzisere Berechnungen der Achslasten von Lastkraftwagen vorgenommen werden. Im Hafen wurde im Pilotprojekt smartBRIDGE die Instandhaltung der Köhlbrandbrücke im Hamburger Hafen verbessert. Hierbei werden die Datenströme bestehender und neuer Überwachungssysteme sowie die Ergebnisse der regelmäßigen Bauwerksprüfung gemäß den Vorgaben der DIN 1076 in einem Digitalen Zwilling der Brücke zusammengeführt. Die große Menge an unterschiedlichen Daten wird strukturiert und sinnvoll gruppiert, um sie schnell nutzbar zu machen. Das Methodische Vorgehen und die technologische Umsetzung von Digitalen Zwillingen für ein prädiktives Erhaltungsmanagement wurde von BIM.Hamburg im Auftrag des BMDV für den Brückenbau im Bundesfernstraßennetz im Beitrag zum Masterplan Digitaler Zwilling generalisiert.

Seit 2018 wurden verschiedene Drohnenanwendungen getestet und eingeführt, um Inspektionen und Überwachungsvorgänge im Hafen und Stadtgebiet schneller und effizienter zu gestalten. Die Vermessungsschwimmdrohne „echo.1“ ist das erste sogenannte autonome Oberflächenfahrzeug im Hamburger Hafen. Mit kompakten Hochleistungssensoren kann die Drohne die Datenlage über die Gewässertiefen weiter verbessern, indem sie unter anderem sehr flache Bereiche bis zur Binnenschiffstiefe auslotet, die mit einem Peilboot nur schwer zugänglich sind.

Der Drohnensteuerungsleitstand PORTwings wurde von der HPA entwickelt, um die Sicherheit im Hafengebiet durch den Einsatz von teleoperierten Drohnen außerhalb der Sichtweite und mobilen Sensoriksystemen zu verbessern. Das Ziel bestand darin, einen großflächigen Einsatzlagebildservice einzuführen, um die Inspektion, Wartung und den Ausbau der Hafeninfrastuktur zu unterstützen.

Eine KI-gestützte Inspektionsdrohne, die Inspektionsdaten effizient auswertet und automatische Schlussfolgerungen zieht, wurde von der Helmut-Schmidt-Universität Hamburg weiterentwickelt und in Hangars von Lufthansa Technik eingesetzt. Durch den Schwerpunkt auf die Inspektion von Luftfahrzeugen, insbesondere in Bezug auf Blitzschäden, kann das System die Instandhaltung von Flugzeugen verbessern.

Vermessungsdrohnen werden von Infrastrukturbetreibern wie der HOCHBAHN zunehmend eingesetzt, da sie eine effiziente, kostengünstige und genaue Lösung für eine Vielzahl von Vermessungsaufgaben darstellen. Das genaue Luftbild ermöglicht eine präzise Überwachung des Schienennetzes, der Baustellen oder der Betriebshöfe und trägt zur Sicherheit und Zuverlässigkeit des Bahnverkehrs bei. Zudem liefern sie qualitativ hochwertige Daten, die für Planung, Bau und Instandhaltung in verschiedenen Bereichen von großem Nutzen sind.

Das HHLA Sky Drohnen-Managementsystem kann Missionen von eigenen und externen Drohnen, die sich außerhalb der Sichtweite und gleichzeitig in verschiedenen Ländern befinden, zentral steuern. In Zusammenarbeit mit dem Projekt B(e)Control und dem Aufbau eines zentralen Drohnenleitstands arbeitet der LSBG mit HHLA Sky zusammen. Das Ziel der Zusammenarbeit besteht darin, mithilfe von Luftdaten die Wartung, Planung und Entwicklung von Brücken, Gebäuden, Deichen und Straßen zu erleichtern.

Die Leitstandfunktionen und Sensorikkonzepte der Drohnen, die im Projekt „Drone as a Service“ (DaaS) der HPA im Hafen als realer Betrieb aufgebaut und eingesetzt werden, basieren auf der Innovationspartnerschaft zwischen HHLA Sky und der HPA, die Ende 2021 geschlossen wurde. Diese automatisierten Drohnensysteme werden die Effizienz der Instandhaltung im Hamburger Hafen erhöhen, das Infrastrukturmanagement intelligenter gestalten, die Services der Katastrophenschutzeinheiten erweitern, Sicherheitsaufgaben durchführen, Umweltbedingungen überwachen und zu Kosteneinsparungen beitragen. Die digitalen Technologien und Datenanalysen tragen dazu bei, die Effizienz und Genauigkeit von Instandhaltungsmaßnahmen im Verkehrsinfrastrukturbereich zu verbessern.

### *Fiktive User Journey 2030 – Erhaltungsmanagement*

- Johanna Sommer arbeitet im Hamburger Hafen und ist für die Kontrolle der Köhlbrandbrücke zuständig. Neben der herkömmlichen Bauwerksprüfung, die alle drei bis sechs Jahre stattfindet, unterstützt ein Digitaler Zwilling der Brücke das Erhaltungsmanagement. Die Wartung der Brücke wird deutlich erleichtert, da Probleme sofort erkannt werden. Die eingesetzten Drohnen und Sensoren erfassen Schäden und Unregelmäßigkeiten an der Brücke. Sobald ein Problem erkannt wird, können gezielte Maßnahmen zur Instandsetzung eingeleitet werden. Johanna kann die Informationen über den Zustand der Brücke direkt aus dem Leitstand abrufen und entsprechende Reparatur- oder Wartungsarbeiten planen. Die Lebensdauer der Brücke wird um Jahre verlängert, und der Hafen bleibt funktionsfähig.
- Doch nicht nur hier, sondern im gesamten Stadtgebiet werden Straßen digital auf ihren Zustand hin erfasst und bewertet. Für bestimmte Zwecke werden auch automatisierte Drohnensysteme und Sensortechnologien eingesetzt, um die Infrastruktur zu beobachten. Bodo Hoffmann arbeitet für die Stadt Hamburg und profitiert ähnlich wie Johanna Sommer vom digitalisierten und automatisierten Erhaltungsmanagement. So können Probleme an der Infrastruktur wie zum Beispiel defekte Straßenlaternen, Schlaglöcher oder sonstige Schäden an Straßen, Tunneln, Brücken oder Schleusen frühzeitig erkannt werden. Scan-Cars, Daten aus Fahrzeugflotten, spezielle Lastenfahrräder und die Sensorik an der Infrastruktur erfassen Schäden. An Brücken oder über Baustellen kommen Drohnen zum Einsatz. Die Instandhaltung der Infrastruktur ist jetzt wesentlich einfacher, da sie sich nun vornehmlich vom Leitstand aus kontrollieren lässt. So können Schäden und Probleme schneller erkannt und behoben werden. Davon profitieren auch in Hamburg Wohnende wie Linh Nguyen. Die Straßen sind sicherer geworden, und es kommt seltener zu Baustellen aufgrund maroder Infrastruktur, Staus oder Unfällen.



## 4 Organisationsstrukturen Digitale Mobilität

Die Organisationsstruktur knüpft an die erfolgreiche behördenübergreifende Struktur vor dem ITS-Weltkongress an. Wichtige Entwicklungen und Entscheidungen werden in einem Lenkungskreis Digitale Mobilität besprochen und entschieden. In behördenübergreifenden Fachaustauschen und bei sogenannten „Deep Dives“ werden Schwerpunktthemen bearbeitet. Senatsseitig ist die Behörde für Verkehr und Mobilitätswende für die Umsetzung der Strategie Digitale Mobilität verantwortlich.

Die Community zur Digitalen Mobilität besteht aus kleinen und mittelständischen Unternehmen, Start-ups, Konzernen sowie interessierten Hamburgerinnen und Hamburgern mit Bezug zu digitalen Mobilitätsthemen. Diese Community wird aktiv in den strategischen Prozess eingebunden und über öffentlichkeitswirksame Veranstaltungen wie Dialogforen informiert und beteiligt. Dabei wird ein offener Austausch gefördert, um Ideen, Meinungen und Expertise aus verschiedenen Bereichen einzubeziehen.

Der Hamburgische Beauftragte für Datenschutz und Informationsfreiheit hat die Möglichkeit, an Informationsaustauschen teilzunehmen und über allgemeine datenschutzrechtliche Anforderungen zu informieren.

### *UITP Summit 2025/2027*

Der Entscheidung, dass Hamburg in den Jahren 2025 und 2027 den UITP Global Public Transport Summit ausrichten wird, folgt die organisatorische Etablierung innerhalb der NMS. Der UITP-Kongress gilt als der weltweit wichtigster Mobilitätskongress und beinhaltet eine Fachmesse. In einem Auswahlprozess setzte sich Hamburg gegen Wien, Genf und Istanbul durch. Die Ausrichtung des UITP-Kongresses stärkt Hamburgs Rolle als Mittelpunkt der Mobilitätswelt. Die Bewerbung war Teil der Absichtserklärung zur „Metropol-Modellregion Mobilität“, die vom Bund und der Stadt Hamburg vorgestellt wurde. Das Bewerbungskonsortium bestand aus der Hamburger Hochbahn AG, der Hamburg Messe und Congress GmbH und der MOIA GmbH, unterstützt von der Freien und Hansestadt Hamburg sowie dem Hamburg Convention Bureau.

### *Finanzierungsstrukturen und Förderprogramme*

Hamburg ist seit 2016 sehr erfolgreich bei der Initiierung und Umsetzung von Projekten, Kooperationen und der Fördermittelakquise. Die Vorhaben sind wichtige Entwicklungs- und Deployment-Projekte, um die Digitalisierung und Automatisierung der Mobilität in Hamburg weiter voranzubringen. Ein Großteil der Vorhaben wurde und wird durch Fördermittel des Bundes und der EU (anteilig) finanziert. So konnten die Kooperationspartner und Hamburg bislang einen dreistelligen Millionenbetrag an Fördermitteln einwerben. Die Umsetzung der Vorhaben beruht neben dem eingebrachten Know-How auch auf den finanziellen Eigenleistungen der Kooperationspartner aus Wirtschaft und Industrie wie der Deutschen Bahn AG, der Volkswagen AG, MOIA GmbH, der BMW AG, der Siemens Mobility GmbH, NXP Semiconductors, IAV GmbH und anderen.

Die BVM sichert bei ausgewählten Hamburger Vorhaben wie z. B. im Shuttleprojekt „Ahoi“ die im Projekt erforderlichen Eigenmittel ab und managt die Abwicklung mit dem Fördermittelgeber. Da das Thema Digitalisierung ein Querschnittsthema ist, das alle Behörden, Landesbetriebe und städtischen Unternehmen betrifft, werden Projekte grundsätzlich in eigener Budgetverantwortung geplant und durchgeführt.

Bei den beteiligten Fachbehörden, Landesbetrieben und städtischen Unternehmen werden die Strukturen zur Fördermittelbeantragung, Projektumsetzung und Vorhabenabrechnung stetig weiter professionalisiert. Mit Stand Dezember 2023 gab und gibt es im Kontext „Digitale

Mobilität“ folgende Projekte, die durch Bundes- oder EU-Fördermittel gefördert werden bzw. deren Förderung beendet wurde:

Nr.	Förderrichtlinie	Bund oder EU	Projektname	Förderanteil	Bundes- / EU-Mittel	Eigenmittel	PM-Gesamt	Laufzeit
				%	Tsd. €	Tsd. €	Tsd. €	bis
1	DKV	Bund	TAVF-HH	50	2.513	2.687	5.200	31.12.2020
2	AVF	Bund	BiDiMoVE	100	1.858	2.501	4.359	31.12.2020
3	DKV	Bund	V2X-HH	50	4.319	4.319	8.638	31.12.2021
4	DKV	Bund	TLF 2.0	50	806	1.142	1.948	30.06.2022
5	EE	Bund	HEAT	100	4.265	1.405	5.670	31.12.2021
6	DKV	Bund	aVME1	50	4.495	4.675	9.170	30.11.2020
7	DKV	Bund	aVME2	50	5.680	5.680	11.360	30.06.2022
8	DKV	Bund	HaRaZän	50	690	709	1.399	30.11.2020
9	DKV	Bund	ROKS-HH	50	15.700	16.319	32.019	31.12.2024
10	DKV	Bund	TLF3.0	50	601	1.126	1.727	31.12.2024
11	CEF	EU	CROADS UN		8.200		8.200	31.12.2023
12	DKV	Bund	GNB+	50	553	750	1.303	30.04.2021
13	DKV	Bund	Stauprognose	50	1.266	1.535	2.800	31.03.2020
14	DKV	Bund	LSA plus	50	484	616	1.100	31.03.2020
15	DKV	Bund	SmaLa	50	1.060	1.060	2.120	31.03.2024
16	DKV	Bund	#transmove	50	2.605	2.905	5.510	31.12.2024
17	DKV	Bund	QM-IV	50	227	227	455	30.06.2022
18	DKV	Bund	PrioBike-HH	60	3.650	3.650	7.300	31.12.2024
19	mFund	Bund	EDDY	70	562	241	803	31.10.2024
20	EIT UM	EU	CELESTE	70	30	45	75	31.12.2022
21	Horizon Europe	EU	SINFONICA	100	145	47	192	30.08.2025
22	Horizon Europe	EU	MODI	100	1.070	135	1.205	31.03.2026
23	Cyber-Sicherheit für 5G/6G KT	Bund	SILKOSTU	100	149	44	193	31.12.2024
24	DKV	Bund	CARPE DIEM	65	307	483	790	31.12.2024
25	INTERREG BSR	EU	BATS	57	64	50	114	31.05.2026
26	EIB	EU	ITS-Cube	90	1.945	541	2.486	31.05.2027
27	INTERREG NSR	EU	MegaBITS	60	343	320	663	31.03.2026
28	-		Digitale S-Bahn Hamburg 1.0	-	-	63.000	63.000	31.12.2021
29	AVF	Bund	Ahoi	48	18.000	19.000	37.000	31.12.2025
30	AVF	Bund	ALIKE	50	26.000	26.000	52.000	30.06.2026
31	-		Digitale S-Bahn Hamburg 2.0	-	-	67.000	67.000	
32	-	Bund	ITS-Weltkongress 2021	26	3.500	10.000	13.500	31.12.2021
33	-	Bund	UITP Summit 2025/2027	72	8.000	3.000	11.000	31.12.2027
34	mFund	Bund	BLU-Space	70	2.700	1.200	3.900	31.05.2026
<b>Gesamt</b>					<b>131.787</b>	<b>242.412</b>		

Abbildung 24: ITS-Projekte (BVM, BWI, LSBG) mit Förderanteilen – Stand: Dezember 2023

Die dargestellten Förderprojekte sind wichtige Forschungs- und Entwicklungsprojekte, um die Digitalisierung der Mobilität in Hamburg weiter voranzubringen. Neben den gewünschten Förderungen für digitale Mobilitätsinnovationen haben einige Projekte wie TAVF, V2X und ROKS-HH weitere Vorteile für die FHH. Da bei diesen Förderprojekten zur Infrastruktur-Fahrzeug-Kommunikation (I2V) bei den Baumaßnahmen an den LSA in der Regel die komplette LSA-Technik erneuert wird, entlasten diese Projekte auch den Hamburger Haushalt bei den Instandhaltungskosten und unterstützen die Ziele der Erneuerung der LSA-Infrastruktur.

### *Ausblick*

Nach dem wichtigen Meilenstein ITS-Weltkongress 2021 setzt Hamburg in Deutschland seine Führungsrolle als „Metropol-Modellregion Mobilität“ fort. Die Ausrichtung des UITP World Public Transport Summit in den Jahren 2025 und 2027 bietet Hamburg eine hervorragende Plattform, um die Ziele und Projekte der SDM einem internationalen Fachpublikum vorzustellen. Die internationalen Konferenzen dienen auch als Hebel, um der Industrie, Wissenschaft und der Stadt eine Plattform zu geben und um Projektinhalte zu positionieren. In der Zeit bis 2030 wird zur Umsetzung der Strategieziele ein visionäres und konsequentes Handeln erforderlich sein, um Hamburgs modernes, zukunftsfähiges und nachhaltiges Mobilitätssystem mithilfe von Digitalisierungsmaßnahmen weiterzuentwickeln. Damit wird es möglich sein, eine signifikante Änderung des Modal Split zugunsten des Umweltverbundes zu erreichen. Die SDM leistet mit den dargestellten Entwicklungspfaden und Maßnahmen dazu einen wichtigen Beitrag.

## 5 Anhang

### 5.1 Quellen und Grundlegendokumente

- Behörde für Umwelt, Klima, Energie und Agrarwirtschaft (2022): Eckpunktepapier für die zweite Fortschreibung des Hamburger Klimaplan. Abrufbar unter <https://www.hamburg.de/contentblob/16763680/bdac8f8d932cbd784b9256426fc5b11b/data/d-eckpunktepapier2022.pdf>
- Behörde für Wirtschaft und Innovation (2023): Digitalstrategie #2 der Behörde für Wirtschaft und Innovation. Abrufbar unter <https://digital.hamburg.de/resource/blob/676174/3ad4858903b5f6ee4e182662cc14a80b/pdf-bwi-digitalstrategie-2-0-data.pdf>
- Behörde für Wirtschaft, Verkehr und Innovation (2020): Digitalstrategie für Hamburg. Abrufbar unter <https://www.hamburg.de/contentblob/13508768/703cff94b7cc86a2a12815e52835accf/data/download-digitalstrategie-2020.pdf>
- Behörde für Wirtschaft, Verkehr und Innovation (2018): Green City Plan Hamburg. Masterplan für die Gestaltung nachhaltiger und emissionsfreier Mobilität in Hamburg im Rahmen des Sofortprogramms Saubere Luft 2017–2020. Abrufbar unter <https://www.hamburg.de/contentblob/11221954/582ba457616514510af6efd761b8d5f3/data/masterplan-greencityplan-hamburg.pdf>
- Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg (2021): Urbane Logistik Hamburg – Strategie für die Letzte Meile. Drucksache 22/5939. Abrufbar unter [https://www.buergerschaft-hh.de/parldok/dokument/77388/urbane\\_logistik\\_hamburg\\_strategie\\_fuer\\_die\\_letzte\\_meile.pdf](https://www.buergerschaft-hh.de/parldok/dokument/77388/urbane_logistik_hamburg_strategie_fuer_die_letzte_meile.pdf)
- Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg (2018): Fortschrittsbericht der ITS-Strategie. Drucksache 21/13503. Abrufbar unter <https://www.hamburg.de/contentblob/11233022/118138471ce86af50368f0231911e1c8/data/fortschrittsbericht-der-its-strategie.pdf>
- Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg (2015): Hamburger Klimaplan. Drucksache 21/2521. Abrufbar unter <https://www.hamburg.de/contentblob/4658414/b246fbfbbf1149184431706972709508/data/d-21-2521-hamburger-klimaplan.pdf>
- Freie und Hansestadt Hamburg (2016): Verkehr 4.0. ITS-Strategie für Hamburg. Strategie zur Weiterentwicklung und Umsetzung von Maßnahmen Intelligenter Transportsysteme (ITS) in Hamburg. Abrufbar unter <https://www.hamburg.de/contentblob/5934418/2afc89cd64f950803e25689ad3e5db87/data/its-strategie-fuer-hamburg.pdf>
- Freie und Hansestadt Hamburg (2014): Masterplan zur Weiterentwicklung der öffentlich zugänglichen Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge in Hamburg. Abrufbar unter <https://www.hamburg.de/contentblob/4362700/58e4d12870ea16696073d63eb664dfff/data/pm-26-08-2014-masterplan.pdf>
- Freie und Hansestadt Hamburg (2019): Umfassender Ausbau des Öffentlichen Nahverkehrs in Hamburg. Abrufbar unter <https://www.hamburg.de/pressearchiv-fhh/13330322/2019-12-11-pr-bwvi-hamburg-takt/>
- MOIA (2021): Ridepooling in Hamburg auf dem Weg in die Zukunft, Berlin. Abrufbar unter: [https://www.moia.io/news-center/downloads/211207\\_MOIA\\_Ergebnisbericht\\_Begleitforschung.pdf](https://www.moia.io/news-center/downloads/211207_MOIA_Ergebnisbericht_Begleitforschung.pdf)
- MOIA Mobility Consulting (2024): MIA-Visualisierung für eine Flotte von 2.500 und 10.000 autonomen On-Demand-Shuttles in Hamburg. Abrufbar unter <https://solutions.moia.io/de-DE/mobility-consulting>

## 5.2 Ausgewählte Maßnahmenvorschläge der Teilnehmenden aus Workshops der Strategieentwicklung

<b>Maßnahmenvorschlag</b>	<b>Begründung</b>
<i>Bereitstellung von hochauflösenden Karten (HD Maps) für das autonome Fahren</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Genaue Abbildung der Straßenbedingungen und -umgebung</li> <li>• Präzise Informationen für sichere und effiziente Navigation</li> <li>• Kontinuierliche Überwachung und Aktualisierung für Aktualität und Genauigkeit</li> </ul>
<i>Nutzung und Integration von EO-Daten (Earth-Observation/Satelliten) für den Betrieb von Drohnen</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EO-Daten für präzise Navigation und Überwachung von Drohnen</li> <li>• Erhöhung der Sicherheit im Luftverkehr</li> <li>• Identifizierung und Vermeidung von Hindernissen (Gebäude, Stromleitungen, Baukräne etc.)</li> <li>• Steuerung und Optimierung des Verkehrs durch Überwachung des Flugraums und Kapazität</li> </ul>
<i>Servicekatalog für die Entwicklung Digitaler Zwillinge nach dem fachlichen Bedarf ausrichten</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Servicekatalog bietet Übersicht über verfügbare Daten und Dienste und stellt sicher, dass Daten korrekt und effizient verwendet werden können</li> <li>• Anpassung an fachlichen Bedarf notwendig</li> <li>• Unzureichende oder inkonsistente Daten können Entwicklung von Digitalen Zwillingen beeinträchtigen</li> </ul>
<i>Autonome Flotten in öffentlichen Verkehren sind in die hvv switch App zu integrieren und lassen sich über die Mobilitätsplattform buchen</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bessere Verfügbarkeit und Zugänglichkeit für Nutzer</li> <li>• Integrierung in hvv switch App und buchbar über Mobilitätsplattform</li> <li>• Erleichterte Nutzung und Verbesserung der Mobilität</li> <li>• Möglichkeit zur Kombination verschiedener Verkehrsmittel</li> <li>• Bessere Vernetzung des öffentlichen Verkehrs.</li> </ul>
<i>Digitales Curbside-Management</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verbesserte Effizienz und Sicherheit am Straßenrand</li> <li>• Automatisierte Überwachung und Steuerung von Aktivitäten</li> <li>• Bessere Koordination, verringerte Konflikte und Verzögerungen</li> <li>• Optimierung der Straßenraumnutzung und Entlastung des Verkehrs</li> <li>• Verringerung des Parkdrucks</li> </ul>
<i>Ganzheitliche, multimodale und digitale Mobilitätsplattform, die anbieterübergreifend über intermodale und multimodale Mobilitätsangebote informiert und mit der anbieterübergreifend geplant, gebucht und gezahlt werden kann</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einheitliche Informationsquelle für intermodale und multimodale Mobilitätsangebote</li> <li>• Einfache Zugänglichkeit für Nutzer</li> <li>• Verbesserte Planung und Organisation täglicher Mobilitätsbedürfnisse</li> <li>• Vereinfachtes Buchen und Bezahlen von Mobilitätsangeboten</li> <li>• Anbieterübergreifende Lösung</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verbesserte Nutzererfahrung und erhöhte Kundenbindung</li> <li>• Optimierung des Verkehrs in Hamburg</li> <li>• Förderung nachhaltiger Mobilität</li> </ul>
<i>Digitale Verkehrszeichen und Ladepunkte für Wirtschaftsverkehre nutzen</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informationen über Verkehrsbedingungen und -beschränkungen in Echtzeit an die Wirtschaftsverkehre übermitteln</li> <li>• Digitale Verkehrszeichen erlauben es den Behörden, Verkehrsregelungen schneller anzupassen</li> <li>• Durch die gezielte Platzierung und Nutzung von Ladepunkten können Wirtschaftsverkehre den Übergang zu umweltfreundlicheren Antrieben erleichtern und die Emissionen reduzieren</li> </ul>
<i>Asset Sharing z. B. via Parkplatzbörse</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ziel: Reduzierung der Parkplatzknappheit durch Asset Sharing</li> <li>• Private Parkplätze, die tagsüber ungenutzt sind, werden über eine Plattform für andere Nutzer zugänglich gemacht</li> <li>• Parkplatzbörse ermöglicht Anwohnern und Unternehmen, ihre ungenutzten Stellplätze zur Verfügung zu stellen</li> <li>• Entlastung der Straßen durch effektivere Nutzung vorhandener Parkplätze</li> <li>• Potenzielle zusätzliche Einnahmen für Vermieter durch Vermietung ungenutzter Parkplätze</li> </ul>
<i>Hamburgs Potenzial im Bereich der Brownfield-Digitalisierung nutzen</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Durch die vorhandene Infrastruktur, technologische Kompetenz, Zusammenarbeit und Vernetzung, Förderung von Innovationen sowie das Engagement für Nachhaltigkeit und Umweltbewusstsein besteht eine solide Basis für die Integration digitaler Technologien und Lösungen</li> </ul>






Abbildung 25: Ausgewählte Maßnahmenvorschläge aus den sieben ITS-Workshops im Zeitraum (Q2 2022–Q1 2023) zur Strategiefortschreibung

### 5.3 Zielerreichung für die Handlungsfelder der ITS-Strategie bis 2021

Im Fortschrittsbericht zur ITS-Strategie (siehe Drucksache 21/13503) wurden sechs Handlungsfelder festgelegt: „Daten und Information“, „Intelligente Verkehrssteuerung und -lenkung“, „Intelligente Infrastruktur“, „Intelligentes Parken“, „Mobilität als Service“ und „Automatisierte und vernetzte Mobilität“. Bei den Vorarbeiten zur Strategie Digitale Mobilität wurden die 2018 geplanten Meilensteine der ITS-Strategie einer Statusanalyse zur Zielerreichung unterzogen. Dabei ist zu beachten, dass die Anzahl an Projekten zum Zeitpunkt der Fortschreibung deutlich geringer war, als dies Ende 2021 der Fall war. Die 2018 formulierten Ziele decken daher das heutige Projektportfolio zur SDM nicht vollständig ab, weshalb diese in der vorliegenden Strategie weiterentwickelt und aktualisiert werden.








Vergleich der Ziele des Fortschrittsberichts 2018 und des Status (2021), ITS-Handlungsfeld **Daten und Information:**

<b>Ziel bis 2021</b>	<b>Relevante Projekte</b>	<b>Status</b>	
<i>Aufbau der ITS-Rahmenarchitektur als Teil der Urban Data Platform für Hamburg</i>	ITS-Rahmenarchitektur	Der Aufbau der ITS-Rahmenarchitektur ist fertiggestellt. Die Rahmenarchitektur wird stetig anhand der Anforderungen weiterentwickelt.	
<i>Die im Rahmen der ITS-Strategie erhobenen, erfassten und generierten Daten und Informationen werden, soweit keine datenschutzrechtlichen oder Sicherheitsaspekte dagegensprechen, über die UDP_HH den Akteuren innerhalb der FHH und auch (privaten) Dritten verfügbar gemacht.</i>	ITS-Rahmenarchitektur, alle Projekte, die entsprechende Daten generieren	Die im Rahmen der ITS-Strategie erhobenen, erfassten und generierten Daten und Informationen werden, soweit keine datenschutzrechtlichen oder Sicherheitsaspekte dagegensprechen, über die UDP_HH den Akteuren innerhalb der FHH und auch (privaten) Dritten verfügbar gemacht.	
<i>Überblick zu den in den ITS-Projekten genutzten, erzeugten und ggf. auch weiteren benötigten Daten und Informationen liegt vor.</i>	ITS-Rahmenarchitektur, ITS-Dashboard	Im ITS-Dashboard wurde die Möglichkeit geschaffen, Informationen zu genutzten und erzeugten Daten bereitzustellen. Alle Projektleitenden wurden aufgefordert, das Dashboard entsprechend zu befüllen. Dies wurde weitestgehend erfüllt. Es besteht somit ein umfassender Überblick über die genutzten, erzeugten und benötigten Daten.	
<i>Ca. 420 LSA sind mit Detektion zur fahstreifengenauen, klassifizierten Verkehrszählung mit Wärmebildkameras für den Kfz- und Lkw-Verkehr ausgestattet.</i>	Automatisierte Verkehrsmengen-erfassung	Die Wärmebildkameras liefern verlässliche Daten zur Verkehrszählung. Die Klassifizierung und Reisezeiten der Fahrzeuge wurden noch nicht abschließend ermöglicht. (Folmaßnahme geplant).	

Die Meilensteine der ITS-Strategie im Handlungsfeld „Daten und Information“ wurden erreicht, da die ITS-Rahmenarchitektur als Teil der Urban Data Platform für Hamburg aufgebaut wurde und verkehrsrelevante Daten und Informationen zugänglich macht. Zudem liegt ein Überblick über die in ITS-Projekten genutzten, erzeugten und benötigten Daten und Informationen vor. Mindestens 420 LSA sind mit Wärmebildkameras für die Verkehrszählung ausgestattet worden. Noch nicht erreicht wurde eine Zählung der Kameras unterteilt nach Fahrzeugklassen (Pkw, Lkw etc.) sowie die Messung von Reisezeiten über die Kameras.

Folgende Meilensteine aus dem Handlungsfeld **Intelligente Verkehrssteuerung und -lenkung** wurden bis 2021 erreicht:



<b>Ziel bis 2021</b>	<b>Relevante Projekte</b>	<b>Status</b>	
<i>Technische Grundlagen für verkehrsträgerübergreifende Steuerung und Lenkung der Verkehrsteilnehmenden sind realisiert. Erfahrungen für teil- und voll automatisiertes Verkehrsmanagement werden gesammelt.</i>	#transmove, TIMS Traffic Information Management System (Demonstrator)	Etablierung des „Data Lake“ für die Verkehrs- und Mobilitätsprognosen erfolgt. Testversion innerhalb von #transmove etabliert inkl. Chatfunktion zwischen beteiligten Betriebszentralen und Leitstellen.	
<i>Erste Testgebiete der Infrastruktur sind zur direkten Kommunikation mit den Verkehrsteilnehmenden befähigt und kommunizieren mit den entsprechend ausgestatteten Verkehrsteilnehmenden (motorisiert und unmotorisiert). Dieses umfasst u. a. mindestens 70 LSA, eine bewegliche Brücke, Verkehrs- und Strategierechner. Ca. 420 LSA sind mit Detektoren zur fahstreifengenauen, klassifizierten Verkehrszählung ausgestattet.</i>	ROKS-HH, TAVF, G4Tc, ITS-Cube	Das Ziel wurde erreicht. Die Teststrecke wurde aufgebaut und wird weiter ausgebaut. Wärmebildkameras wurden ausgerollt.	
<i>Zugriff auf 70 % aller verkehrsrelevanten Daten, Nutzung von 20 % dieser Daten (für Netzsteuerung, bedarfsgerechte ÖV-Beeinflussung und Qualitätsanalyse des Verkehrsnetzes)</i>	ITS-Rahmenarchitektur, UDP-HH, ANC (Adaptive Network Control) – Eidelstedter Platz, QUASIBUS, BiDiMoVe	Prozentwerte nicht messbar. ANC wurde erfolgreich pilotiert, was eine Optimierung des Verkehrsflusses zur Folge hatte. In BiDiMoVe wurde die Buspriorisierung erfolgreich umgesetzt, die in Folgeprojekten ausgerollt wird. Mit QUASIBUS wurde ein Tool für die Qualitätssicherung von Busvorrangschaltungen geschaffen.	
<i>Erste wesentliche Projekte zur V2X-Kommunikation, u. a. BiDiMove und Green4Transport, aber auch das Testfeld Automatisiertes Fahren (siehe Handlungsfeld „Automatisierte und</i>	DigiPark, #transmove (inkl. TIMS), PrioBike-HH, ROKS-HH/TAVF, BOS-Realtime Navigation. Weitere Projekte in Vorbereitung: ITS-Cube, Mobility Operating System (MOS)	BiDiMoVe und Green4Transport wurden erfolgreich abgeschlossen. Weitere V2X-Projekte sind in der Umsetzung (siehe Status).	

<i>vernetzte Mobilität“) sind umgesetzt.</i>			
<i>Technische Grundlagen für verkehrsübergreifende Steuerung und Lenkung der Verkehrsteilnehmenden sind realisiert, Erfahrungen für teil- und vollautomatisiertes Verkehrsmanagement werden gesammelt.</i>	#transmove, Tests auf der Teststrecke	Der Aufbau einer Kommentar-/Chat-Funktion für die Leitzentralen wurde realisiert. Auf der nutzer- und herstelleroffenen Teststrecke wurden verschiedenste innovative Mobilitätsanwendungen erprobt und analysiert.	

Die Meilensteine der ITS-Strategie im Handlungsfeld „Intelligente Verkehrssteuerung und -lenkung“ wurden erreicht, weil es eine umfassende technische Infrastruktur gab, die verkehrsträgerübergreifende Steuerung und Lenkung ermöglichte. Es wurden Erfahrungen im Bereich teil- und vollautomatisiertes Verkehrsmanagement gesammelt, indem Testgebiete eingerichtet wurden, die direkt mit Verkehrsteilnehmenden kommunizieren konnten. Für den Zugriff auf verkehrsrelevante Daten wurden die Urban Data Platform und wichtige Datenbanken wie der „Data Lake“ des LSBG etabliert. Zusätzlich wurden innovative Technologien wie Wärmebildkameras und V2X-Projekte implementiert, was zu einer Optimierung des Verkehrsflusses führte. Weitere Maßnahmen trugen dazu bei, dass die Priorisierung des Busverkehrs erfolgreich getestet werden konnte. Einzig die verkehrsübergreifende Steuerung und Lenkung der Verkehrsteilnehmenden wurde mit #transmove begonnen, aber noch nicht abschließend realisiert.




Folgende Meilensteine aus dem Handlungsfeld **Intelligente Infrastruktur** wurden bis 2021 erreicht:




<b>Ziel bis 2021</b>	<b>Relevante Projekte</b>	<b>Status</b>	
<i>Die meisten Elemente der technischen Verkehrsinfrastruktur (wie Lichtsignalanlagen, Streckenbeeinflussungsanlagen, Dauerzählstellen etc.) sind zentralenseitig angebunden und melden den Betriebszustand. Fehlermeldungen können manuell ausgewertet werden.</i>	Anbindung RSUs, I2PANEMA, KI-Inspektionsdrohne und I3-LAB VAM	Sämtliche im Hamburger Stadtgebiet verbauten Roadside Units werden an eine zentrale Monitoring-Zentrale bei der HHVA angebunden. Darüber hinaus liefern die Projekte I2PANEMA, KI-Inspektionsdrohne und I3-LAB VAM zukünftig Daten, aus denen Informationen über den Zustand der Infrastruktur abgeleitet werden können. Gleiches gilt für das bereits abgeschlossene Projekt der Achslastwaage.	
<i>Erste Testfelder AVF sind ausgestattet.</i>	TAVF, HEAT, BiDiMoVe, dLSA, Green4Transport, ROKS-HH	Bereits über 100 LSA sind in den verschiedenen Testfeldern für das automatisierte und vernetzte Fahren mit einer RSU ausgestattet.	

<p>Prozess Großraum- und Schwertransportgenehmigung ist digitalisiert, und alle genehmigungsrelevanten Infrastrukturdaten sind in den Prozess integriert.</p>	<p>iGSM, VEMAGS</p>	<p>Das Projekt iGSM wurde 03/2021 beendet. Der LSBG hat das Fachverfahren NOVALAST in seine Obhut genommen und seitdem unseres Wissens in den Produktivbetrieb genommen. Mit der Bildung der BVM wurde zudem die Zuständigkeit für die Bearbeitung von GST-Anträgen vom LBV in die Verkehrsdirektion (VD1) der BIS verlegt. Dort wird NOVALAST nicht eingesetzt.</p>	
<p>Fachfremde Pilotanwendungen auf bestehender Infrastruktur sind implementiert.</p>	<p>TAVF, HEAT, BiDiMoVe, Hamburg Box, Box – Die Abholstation (DB), mySmartLife, HaRaZäN</p>	<p>Es wird vermehrt Sensorik an die bestehende Infrastruktur (z. B. öffentliche Beleuchtung) verbaut, um z. B. Fahrräder zu zählen, die Sicherheit von VRUs zu erhöhen oder auch Zusatzdienste (z. B. WLAN) anzubieten. Die Möglichkeit der Paketmitnahme an Bahnhöfen wird weiter ausgebaut.</p>	

Die Meilensteine der ITS-Strategie im Handlungsfeld „Intelligente Infrastruktur“ konnten erreicht werden, da es inzwischen eine zentralisierte Vernetzung und Überwachung der technischen Verkehrsinfrastruktur gibt. Durch die Überwachung und Fehlermeldungen ist es möglich, Prozesse effizienter zu gestalten und manuell auszuwerten. Außerdem wurde der Genehmigungsprozess für Großraum- und Schwertransporte digitalisiert und weitergeführt. Auch die Implementierung von Pilotanwendungen auf bestehender Infrastruktur hat dazu beigetragen, den Meilenstein zu erreichen.



Folgende Meilensteine aus dem Handlungsfeld **Intelligentes Parken** wurden bis 2021 erreicht:

<b>Ziel bis 2021</b>	<b>Relevante Projekte</b>	<b>Status</b>	
<p>Identifikation und Inbetriebnahme mehrerer Technikansätze zur Parkraumbelugungsprognose und Parkraumauslastungssteuerung für min. 8.000 Parkstände, verteilt über alle erweiterten City-Zentren.</p>	<p>1. Digitales Parken (Kooperation mit der Telekom) 2. Reallabor Zukunft Parken – Parkraummanagement</p>	<p>1. Ca. 1.110 Bodensensorgeräte in verschiedenen Quartieren der FHH oberflächenbündig in die Straßenoberflächen verbaut (über „Narrowband Internet of Things“-Schnittstelle (NB-IoT) direkt mit Mobilfunknetz verbunden; übermitteln ihre Daten an das zugehörige Backendsystem); Erfassung des öffentlichen Parkraums in allen Kontrollgebieten von LBV PRM (Ende 2021 ca. 200.000 Parkstände erfasst). 2. Teile der Fragestellung in Projekt „Digitalisierung Management/ Parkraumkontrolle (DigiPark)“ überführt.</p>	
<p>Vereinfachte, digitalisierte Bezahlvorgänge.</p>	<p>Digitales Parken (Kooperation mit der Telekom)</p>	<p>T-Systems-App „Park and Joy“ für Handyparken und Zielnavigation zu prognostiziert freiem Parkraum bis Ende 11/2020 über Android und iOS App Stores nutzbar, danach Betrieb der App eingestellt. Inzwischen mehrere andere Anbieter auf dem Markt aktiv.</p>	

<i>Belegungsinformationen für min. 20.000 Parkstände auf Basis mehrerer Datenquellen; Daten stehen u. a. der UDP-HH zur Verfügung.</i>	Digitales Parken (Kooperation mit der Telekom)	Daten der ca. 1.110 Sensoren wurden dem LBV zur Verfügung gestellt. Tests haben Diskrepanzen zwischen der Belegungsprognose über die tatsächlich überwachten Parkstände hinaus und der Realität aufgezeigt. Echtzeitdaten der Belegung oberhalb der Sensoren vergleichsweise genau, aber nur in zu geringer Zahl und mit mangelnder Gebietsabdeckung verfügbar (1.110 Sensoren vs. mehrere 100.000 Parkstände). Derzeit kein Anwendungsfall zur Nutzung der Daten definiert.	
<i>Integration in Mobilitätsplattform (hvv switch) über integrierte Angebote (inkl. P+R-Parkhäuser).</i>	Digitales Parkplatzmanagement für hvv switch	Aus der Kooperation zwischen LBV und Telekom entstand eine weitere Zusammenarbeit zwischen switch und Telekom, in der wesentliche Erkenntnisse der LBV-Sensorerprobung umgesetzt und zahlreiche switch Punkte mit Sensoren der Telekom ausgestattet wurden.	
<i>Reduzierung der Parksuchverkehre</i>	Reallabor Zukunft Parken – Parkraummanagement, kollaboratives Routing bei Großveranstaltungen	Mobile Erfassung des Parkraums, kollaboratives Routing mit NUNAV als App-basierte Routenführung innerhalb von virtuellen Korridoren.	

Die Meilensteine der ITS-Strategie im Handlungsfeld „Intelligentes Parken“ wurden teilweise erreicht, wie die Identifikation und Inbetriebnahme von Technikansätzen für Parkraumbelungsprognose und die Vereinfachung von Bezahlprozessen. Andere Ziele, wie die Erreichung von Belegungsinformationen für mindestens 20.000 Parkstände und die Integration in die Mobilitätsplattform hvv switch über integrierte Angebote, konnten jedoch nicht erreicht werden. Das Ziel, mehrere Technikansätze zur Parkraumbelungsprognose und Auslastungssteuerung für mindestens 8.000 Parkstände in allen erweiterten City-Zentren zu identifizieren und in Betrieb zu nehmen, wurde mit der Digitalisierung von mehr als 200.000 Parkständen mehr als erfüllt.

Folgende Meilensteine aus dem Handlungsfeld **Mobilität als Service** wurden bis 2021 erreicht:

<b>Ziel bis 2021</b>	<b>Relevante Projekte</b>	<b>Status</b>	
<i>Die Mobilitätsplattform hvv switch ist mit einigen Funktionen fertiggestellt und in Produktion genommen. Damit wird ein einfacher Zugang zur Mobilität durch die Nutzung mobiler Endgeräte ermöglicht. Unter Einbeziehung der Tarife und direkter Bezahlformmöglichkeiten, der Umsteigemöglichkeiten und Verknüpfungspunkte unterschiedlicher</i>	Mobilitätsplattform (hvv switch)	100 hvv switch Punkte an ÖPNV-Knoten und in Wohnquartieren. hvv switch App seit 29.06.2020 mit tiefenintegrierten Partnern: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 06/2020: hvv Ticketing + MOIA, Zahlungsmittel Paypal</li> <li>• 05/2021: SIXT share</li> <li>• 10/2021: MILES + TIER</li> <li>• 03/2022: Kreditkartenfunktion</li> <li>• 10/2022: Voi</li> </ul>	

<i>Mobilitätsangebote miteinander sowie Echtzeitinformationen über die Pünktlichkeit und die Verfügbarkeiten mit direkten Buchungsmöglichkeiten wird das gesamte Mobilitätsangebot transparenter und direkt nutzbar.</i>		<ul style="list-style-type: none"> <li>2023: ShareNow, StadtRAD, cambio (Planung), hvv Any, Mobilitätsbudget</li> </ul>	
<i>Realisierung komfortabler multimodaler Mobilitätsketten über integrierte Angebote.</i>	Mobilitätsplattform (hvv switch)	Google-Maps-Integration mit Absprungmöglichkeit in die hvv switch App bei ÖPNV-Suche.	
<i>Nutzung des ÖV-Netzes mittels digitaler Bezahlssysteme.</i>	Self Service Terminals, hvv Card, ANDI – hvv Prepaid Card	<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Verknüpfung von mobilem und stationärem Verkauf soll dem Kunden durch benutzerfreundliche Oberflächengestaltung erleichtert werden.</li> <li>Einführung einer Kundenkarte und vollständige Vernetzung aller Vertriebs-, Kontroll- und Hintergrundsysteme auf Basis eines einheitlichen Standards.</li> <li>Wiederaufladbare Bezahlkarte im hvv (noch nicht etabliert).</li> </ul>	

Die Meilensteine der ITS-Strategie im Handlungsfeld „Mobilität als Service“ wurden erreicht, da durch die Verknüpfung unterschiedlicher Mobilitätsangebote und die Möglichkeit zur direkten Buchung das gesamte Mobilitätsangebot transparenter und direkt nutzbar geworden ist. Die Mobilitätsplattform hvv switch wurde etabliert und ermöglicht einen einfachen Zugang zur Mobilität durch die Verwendung mobiler Endgeräte, einschließlich Tarifen und direkter Bezahlungsmöglichkeiten. Die Nutzung des ÖV-Netzes mittels digitaler Bezahlssysteme trägt zur Erreichung dieser Meilensteine bei. Die Anzeige von Echtzeitinformationen sowie die Realisierung komfortabler intermodaler Mobilitätsketten innerhalb der Mobilitätsplattform über integrierte Angebote werden erst künftig implementiert. Wenn Nutzerinnen und Nutzer eine Route mit öffentlichen Verkehrsmitteln suchen, können sie seit 2021 direkt in die hvv switch App wechseln, um weitere Informationen und Optionen, wie beispielsweise Buchung und Bezahlung, zu erhalten. Dies ermöglicht es den Nutzenden eine vollständige Übersicht über alle verfügbaren Mobilitätsoptionen zu erhalten und die beste Route zu wählen, ohne zwischen verschiedenen Anwendungen hin und her wechseln zu müssen.

Folgende Meilensteine aus dem Handlungsfeld **Automatisierte und vernetzte Mobilität** wurden bis 2021 erreicht:

<b>Ziel bis 2021</b>	<b>Relevante Projekte und Bewertung</b>	<b>Status</b>	
<i>Teststrecke(n) im öffentlichen Raum sind eingerichtet und werden von hoch- und vollautomatisierten, Fahrzeugen herstellerunabhängig im Rahmen von Erprobungsvorhaben genutzt.</i>	Teststrecke AVF Hamburg (TAVF), ROKS, HEAT, BiDiMoVe, dLSA, Green4Transport	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mehr als 70 Lichtsignalanlagen und eine Klappbrücke mit Roadside-ITS-Stationen (R-ITS-S)</li> <li>(Wärmebild-)Kamerasysteme</li> <li>Vernetzte Baustellenbaken</li> <li>Kooperative Umfeldsensoren</li> </ul>	

Die Meilensteine der ITS-Strategie im Handlungsfeld „Automatisierte und vernetzte Mobilität“ wurden bis 2021 erreicht, da Teststrecken im öffentlichen Raum eingerichtet werden konnten,



die von hoch- und vollautomatisierten Fahrzeugen genutzt wurden. Herstellerunabhängigkeit spielt hierbei eine wichtige Rolle, da es darum geht, die Technologie für alle Marktteilnehmenden zugänglich zu machen und eine faire Wettbewerbssituation zu schaffen. Durch die Nutzung von Teststrecken im öffentlichen Raum kann die Technologie auf ihre Praxistauglichkeit und Sicherheit überprüft werden. Zudem wurden im Rahmen von Erprobungsvorhaben Partnerschaften zwischen Automobilherstellern, Forschungseinrichtungen und öffentlichen Stellen geschlossen, um gemeinsam an der Entwicklung und Umsetzung von automatisierten Mobilitätslösungen zu arbeiten.