



Daten als Schlüssel für die
Mobilität von morgen.
Smart Services auf Basis
sicherer Datenräume

Inhalt

1. Einleitung	3
2. Smart Services: Kundennutzen steigern, Wertschöpfung sichern	4
2.1 Was sind Smart Services und welches Potenzial bieten sie?	4
2.2 Beispiele: Smart Services im Mobilitätssektor.....	7
2.3 Herausforderungen für Smart Services: Daten, Standards, Recht.....	15
3. Datenräume: Infrastruktur für Smart Services	16
3.1 Datenräume als neue offene Form digitaler Plattformen	16
3.2 Private digitale Plattformen versus öffentliche Datenräume	17
3.3 Beispiele für Datenräume im Mobilitätssektor	19
3.4 Datenräume als zentrale Enabler für Smart Services	22
4. Fazit und Ausblick	23
Literaturverzeichnis.....	24
Abbildungsverzeichnis	27
Tabellenverzeichnis.....	27
Abkürzungsverzeichnis	27

Impressum

Autor*innen

Alina Mücke
Software Innovation Campus Paderborn

Dr.-Ing. Tobias Harges,
Software Innovation Campus Paderborn

Prof. Dr. Daniel Beverungen,
Software Innovation Campus Paderborn

Jannika Marie Schäfer,
Software Innovation Campus Paderborn

Satz und Design

FIR e. V. an der RWTH Aachen

Bildnachweise

S. 1: © Nata – stock.adobe.com
S. 5: © javu – stock.adobe.com
S. 8/ 9: © PaulShlykov – stock.adobe.com
S. 10: © Viktor – stock.adobe.com
S. 14: © Neue Mobilität Paderborn e. V.
S. 19: © saifi khasori – stock.adobe.com
S. 20: © sa-photo – stock.adobe.com
S. 22: © Gorodenkoff – stock.adobe.com
S. 23: © Spartan – stock.adobe.com
S. 26/27: © Maureen – stock.adobe.com

Lizenzbestimmung/ Copyright

Open Access: Dieses Whitepaper wird unter der Creative-Commons-Lizenz „CC BY-SA 4.0 – Weitergabe unter gleichen Bedingungen 4.0 International“ veröffentlicht.



Projekt DiSerHub
FIR e. V. an der RWTH Aachen
Campus-Boulevard 55 | 52074 Aachen

E-Mail: projekt-DiSerHub@fir.rwth-aachen.de
diserhub.de

Stand: 10.2025

1. Einleitung

Die Digitalisierung verändert die Mobilitätsbranche grundlegend: Autos entwickeln sich von reinen Fortbewegungsmitteln zu intelligenten datenverarbeitenden Einheiten. Als sogenannte **Smart Products** sind sie mit einer Vielzahl von Sensoren ausgestattet und digital vernetzt. Sie erfassen kontinuierlich Informationen über Fahrzeugzustand, Umgebung und Nutzerverhalten und sind mit anderen Fahrzeugen, Infrastrukturen und Systemen verbunden. So entstehen riesige Datenmengen – die Basis sogenannter **Smart Services**. Dabei handelt es sich um Dienstleistungen, die Daten aus digital vernetzten physischen Objekten – den Smart Products – bündeln, verarbeiten und auf dieser Basis einen konkreten Mehrwert erzeugen.¹

Smart Services ermöglichen eine individualisierte, nachhaltige und komfortable Mobilität. Beispiele reichen von vorausschauender Wartung (Predictive Maintenance) über dynamische Routenplanung bis hin zu autonomem Fahren. Smart Services bieten nicht nur Vorteile für Kunden, sondern ermöglichen es auch Herstellern und Dienstleistern, ihre bestehenden Angebote zu verbessern und neue Geschäftsmodelle zu entwickeln. So lässt sich etwa analysieren, inwiefern bestimmte Bauteile, etwa ein Stoßdämpfer, besonders anfällig für Mängel sind. Durch die Auswertung großer Datenmengen aus dem Fahrzeugbetrieb können Anbieter Muster erkennen, Optimierungspotenziale identifizieren und auf dieser Basis innovative, datengetriebene Services entwickeln.

Damit Smart Services überhaupt realisiert werden können, braucht es eine vertrauenswürdige Dateninfrastruktur, die den souveränen und sicheren Austausch zwischen den unterschiedlichsten Akteuren ermöglicht, zum Beispiel zwischen Automobilherstellern, Softwareanbietern, Betreibern von Mobilitätsplattformen, Städten und Kommunen. Sogenannte **Datenräume (Data Spaces)** bieten hierfür eine vielversprechende Lösung: Darunter lässt sich eine dezentral organisierte offene Umgebung verstehen, in der verschiedene Akteure kontrolliert und sicher Daten austauschen und nutzen können. Datenräume beruhen auf gemeinsamen Vereinbarungen, Regeln und Standards und schaffen die technologischen, organisatorischen und

rechtlichen Rahmenbedingungen, um Daten über Unternehmens- und Branchengrenzen hinweg nutzen zu können.² So stellen sie eine digitale Infrastruktur für souveränes Datenteilen bereit und ermöglichen es Organisationen, durch sogenannte Usage Control Policies gezielt festzulegen, wie und zu welchen Zwecken ihre Daten genutzt werden dürfen.³

Ein bekanntes Beispiel ist die europäische Initiative [GAIA-X](https://gaia-x.eu)⁴, die eine gemeinsame Dateninfrastruktur aufbauen will. Ziel ist es, den Austausch von Daten unter europäischen Regeln sicher und zuverlässig zu gestalten. Auch Projekte wie [Catena-X](https://catena-x.net)⁵, ein branchenübergreifender Datenraum für die Automobilindustrie, orientieren sich an dieser Grundidee (s. Kapitel 3.3).

Dieses Whitepaper gibt einen Überblick über Smart Services und zeigt, welche Rolle Datenräume als digitale Infrastruktur für die Umsetzung solcher datenbasierten Dienstleistungen spielen können. Anhand konkreter Use Cases wird exemplarisch beleuchtet, wie durch Datenanalyse und -verwertung innovative Smart Services entstehen können. Zudem werden ausgewählte Datenraum-Initiativen aus dem Mobilitätsbereich vorgestellt. Abschließend folgt eine Zusammenfassung und ein Ausblick, inwiefern Smart Services und interoperable Datenräume den Mobilitätssektor verändern und neue Geschäftsmodelle ermöglichen können.

¹ S. BEVERUNGEN 2019, S. 8

² S. REIBERG ET AL. 2022, S. 3

³ S. MÖLLER ET AL. 2024, S. 40

⁴ [HTTPS://GAIA-X-HUB.DE](https://gaia-x-hub.eu)

⁵ [HTTPS://CATENA-X.NET](https://catena-x.net)

2. Smart Services: Kundennutzen steigern, Wertschöpfung sichern

2.1 Was sind Smart Services und welches Potenzial bieten sie?

Die Grundlage von **Smart Services** bilden **Smart Products**. Damit sind physische Objekte, Geräte und Maschinen gemeint, die über das Internet of Things (IoT) digital mit anderen Produkten und Informationssystemen vernetzt sind. Sie sind mit Sensoren ausgestattet, durch Software gesteuert und mit dem Internet verbunden, sammeln diverse Daten, analysieren diese und geben sie an andere Geräte weiter. Außerdem verfügen sie über Aktorik und können dadurch gezielt in ihre physische Umgebung eingreifen. Sie haben ihren Ursprung in den Bereichen Maschinenbau, Elektrotechnik und Informatik und sind ein Erzeugnis der Industrie 4.0 – also der intelligenten Vernetzung von Maschinen und Abläufen in der Industrie.⁶ Smarte Produkte werden auch als **Smart Devices**, **Smart Objects** oder **Cyber-physical Systems** bezeichnet.⁷ Erst durch die intelligente Nutzung der von Smart Products erzeugten Daten können datenbasierte Dienstleistungen entstehen, die als Smart Service bezeichnet werden.

Folgende Merkmale machen physische Produkt typischerweise **smart**⁸:

- **Eindeutige Identifikation:** Smarte Objekte wie vernetzte Fahrzeuge sind eindeutig adressierbar und identifizierbar, etwa über eine Fahrzeug-ID und eine digitale Fahrzeugakte.
- **Standortinformationen:** Sie kennen ihre Position und können verfolgt werden, bei vernetzten Fahrzeugen zum Beispiel durch GPS-Ortung, die zum Beispiel für Navigation, Flottenmanagement oder Diebstahlschutz genutzt wird.
- **Konnektivität:** Sie tauschen Daten mit anderen Geräten oder Systemen über Standardprotokolle

aus – auch weltweit. So tauschen vernetzte Fahrzeuge zum Beispiel Daten mit anderen Fahrzeugen (Vehicle-to-Vehicle, V2V) oder mit Ampeln und Verkehrsleitsystemen (Vehicle-to-infrastructure, V2I) aus.

- **Sensorik:** Sie erfassen Daten aus ihrer Umgebung (z.B. Temperatur, Bewegung, Nutzerverhalten). Im Fahrzeugkontext bedeutet das: Sensoren registrieren Umgebungsbedingungen, Verkehrsfluss oder das Fahrverhalten in Echtzeit.
- **Datenspeicherung und -verarbeitung:** Sie speichern und verarbeiten Kontext- und Nutzungsdaten. Smarte Fahrzeuge werten z.B. Fahrdaten aus, unterstützen die Routenplanung oder berücksichtigen Wetter- und Umweltdaten.
- **Aktorik:** Sie können aktiv in ihre physische Umgebung eingreifen. Smarte Fahrzeuge steuern z.B. automatisiert Lenkung, Bremse, Licht oder andere Komponenten.
- **Multimodale Schnittstellen:** Sie bieten lokale, oft intuitive Interaktionsmöglichkeiten, z.B. über Sprache oder Gesten. Beispiele im Kontext smarter Fahrzeuge sind Sprachsteuerung, Touchscreens, App-Integration, etc.

Moderne Fahrzeuge vereinen typischerweise alle wesentlichen Merkmale eines Smart Products: Sie sind mit Sensoren, Steuergeräten und Internetverbindung

⁶ S. ACATECH 2015, S. 14

⁷ S. BEVERUNGEN ET AL. 2019, S. 8

⁸ S. EBD., S. 9



ausgestattet, sammeln kontinuierlich Daten und kommunizieren mit anderen Geräten und Infrastrukturen, etwa mit Mautstellen, Verkehrsleitsystemen oder Navigationsdiensten. Dabei entstehen große Mengen an Informationen, sogenannte **Smart Data**, die in Cloudlösungen gespeichert, analysiert und für verschiedenen Dienste weiterverwendet werden.

Die erfassten Daten lassen sich in drei Kategorien unterteilen⁹:

- **Nutzungsdaten**, also Daten zum Nutzungsverhalten der Fahrer, zum Beispiel bevorzugte Routen, Sitz- oder Klimaeinstellungen. Dazu zählen auch Fahrverhaltensdaten wie Geschwindigkeit, Beschleunigung oder Bremsverhalten.
- **Kontextdaten** wie Standort, Außentemperatur, Verkehrslage, Position und Fahrtrichtung anderer Fahrzeuge
- **Zustandsdaten** des Fahrzeugs, etwa Reifendruck, Ölstand, Batteriezustand oder Motortemperatur

Die datenbasierten Dienstleistungen, die auf Basis dieser umfassenden Datenerfassung und -verarbeitung entstehen, sind **Smart Services**. Sie bieten Kunden einen konkreten Mehrwert und ermöglichen

Unternehmen die Gestaltung völlig neuer Dienstleistungen (s. Kapitel 2.2). Indem die klassische Produktorientierung um datenbasierte und serviceorientierte Geschäftsmodelle erweitert wird, verschiebt sich für Hersteller in der Automobilbranche der Fokus vom reinen Fahrzeugverkauf hin zu **as-a-service**-Modellen: Statt einmaliger Verkäufe stehen nun kontinuierliche, digitale Services und Kundenerlebnisse im Vordergrund.¹⁰

Beverungen et al. betrachten smarte Produkte wie zum Beispiel moderne Fahrzeuge, als sogenannte **Boundary Objects**, also Schnittstellenobjekte, die den Informationsaustausch zwischen verschiedenen Beteiligten ermöglichen. Wenn smarte Produkte dazu genutzt werden, Kunden und Anbieter miteinander zu verbinden und deren Ressourcen und Aktivitäten sinnvoll zu verknüpfen, spricht man von einem **Smart Service System**. Wie im Folgenden erläutert wird, profitieren alle beteiligten Akteure in diesen intelligenten Dienstleistungssystemen vom Zusammenspiel.¹¹

⁹ S. BEVERUNGEN ET AL. 2019, S. 14

¹⁰ S. ACATECH 2015

¹¹ S. BEVERUNGEN ET AL. 2019, S. 12

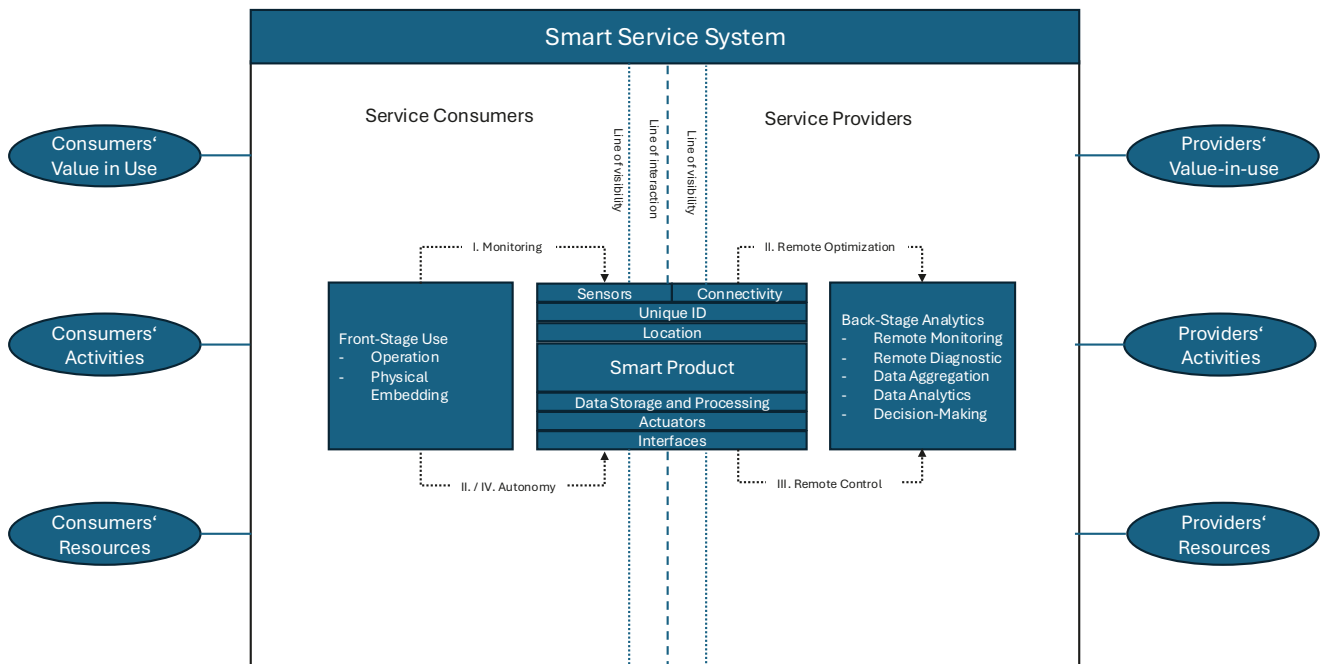


Abbildung 1: Smart Service System basierend auf Smart Products als Schnittstellenobjekte, eigene Darstellung (Dr.-Ing. Tobias Hardes), in Anlehnung an Beverungen et al. 2019, S.12

Abbildung 1 zeigt das Konzept von Smart Service Systemen. In solchen Systemen entsteht Wert vor allem durch das Zusammenspiel zweier Rollen: Kunden, die eine Dienstleistung nutzen, und Anbietern, die sie bereitstellen. Die sogenannte Linie der Interaktion trennt die Aktivitäten beider Seiten und macht sichtbar, welche Ressourcen, Handlungen und Wertversprechen jeweils von wem eingebracht werden. Eine weitere Trennlinie, die Linie der Sichtbarkeit, zeigt, welche Informationen und Prozesse für die jeweils andere Seite sichtbar oder unsichtbar sind. In diesem Zusammenspiel stehen smarte Produkte zwischen den Beteiligten und erleichtern als Schnittstellenobjekt den Austausch von Informationen.¹²

Die gewonnenen Daten werden für unterschiedliche Zwecke genutzt: Kunden nutzen sie etwa zur Vereinfachung ihres Alltags (z.B. optimierte Routenführung), während Hersteller die Daten auswerten, um Verbrauchsmuster zu erkennen und darauf basierend intelligente Services wie vorausschauende Wartung anzubieten. Ein Auto als Smart Product ist dafür ein anschauliches Beispiel: Es besteht aus Tausenden von unterschiedlichen Subsystemen mit unterschiedlichen Zwecken, etwa für Navigation, Motorüberwachung oder Entertainment. Die Daten werden in unterschiedlicher Granularität an verschiedene Nutzende geliefert. Während Fahrer in der **Front-Stage** zum Beispiel nur die aktuelle Geschwindigkeit

sehen, haben Hersteller **Back-Stage** Zugriff auf die gesamte Fahrthistorie mit GPS-Koordinaten und detaillierten Motorzustandsdaten. Obwohl Kunden und Hersteller das Fahrzeug unterschiedlich nutzen und wahrnehmen, ist es für beide ein gemeinsamer Anknüpfungspunkt für den Serviceaustausch – und jeder profitiert auf seine eigene Weise davon.¹³

Zusammengefasst: Smarte Produkte verbinden Kunden und Anbieter in Smart Service Systemen und verändern grundlegend deren Interaktion. Dadurch entstehen kontinuierliche, datengetriebene Verbindungen, die einst punktuelle Kontakte zunehmend ersetzen. Für Unternehmen bedeutet das, dass sie Servicequalität neu denken müssen: Nicht mehr nur der direkte Kontakt zählt, sondern auch, wie zuverlässig, intelligent und vorausschauend ein Produkt im Hintergrund agiert.¹⁴

Im Folgenden werden ausgewählte Smart Services exemplarisch vorgestellt.

¹² S. BEVERUNGEN ET AL., 2019, S. 12

¹³ S. EBD., S. 12-13

¹⁴ S. EBD., S. 14

„Smarte Produkte verbinden Kunden und Anbieter und verändern grundlegend deren Interaktion.“

2.2 Beispiele: Smart Services im Mobilitätssektor

Predictive Maintenance – Vorausschauende Wartung

Ein Fahrzeug muss stets einsatzbereit sein – egal ob im privaten oder im gewerblichen Kontext. Ausfälle kosten nicht nur Geld und sind ärgerlich, sondern verursachen auch Verspätungen, verärgerte Kunden und Umweltbelastungen. Insbesondere im öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV), bei Logistikflotten oder Sharing-Diensten (zum Beispiel Carsharing) führt jeder Ausfall zu weitreichenden Problemen. Datenbasierte Smart Services wie Predictive Maintenance ermöglichen es, Wartungsbedarfe frühzeitig zu erkennen und dadurch Ausfallzeiten, Kosten und Emissionen gezielt zu reduzieren.

Wie funktioniert es?

Sensoren überwachen ständig wichtige Bauteile im Auto, um Veränderungen frühzeitig zu erkennen. Ein Beispiel: Beschleunigungssensoren messen laufend, wie sich die Karosserie des Fahrzeugs nach oben und unten bewegt, etwa beim Fahren über Bodenwellen oder Schlaglöcher. Solange die Stoßdämpfer gut funktionieren, folgt diese Bewegung einem typischen Muster. Verändert sich dieses Muster, kann das ein Hinweis darauf sein, dass ein Stoßdämpfer abgenutzt ist oder nicht mehr richtig dämpft. Das zeigt sich zum Beispiel, wenn das Auto nach Unebenheiten stärker nachwippt oder unruhiger fährt.

Die im Fahrzeug erfassten Sensordaten werden kontinuierlich in einem Steuergerät gesammelt und lokal vorverarbeitet, um nur relevante Informationen – etwa Bewegungsprofile oder Abweichungen – zu extrahieren. Über eine gesicherte Mobilfunkverbindung werden diese komprimierten Datensätze an die Backend-Systeme des Herstellers übertragen. Dort kommen datenbasierte Analyseverfahren und maschinelles Lernen zum Einsatz, um Muster zu erkennen und Abweichungen vom normalen Fahrverhalten zu identifizieren. Durch den Abgleich mit Flottendaten vieler anderer Fahrzeuge lassen sich mögliche De-

fekte wie nachlassende Dämpfungsleistung frühzeitig erkennen und entsprechende Wartungsempfehlungen generieren.

Welche Mehrwerte schafft es?

Wenn die Daten Verschleißerscheinungen der Komponenten anzeigen, erhält der Fahrer rechtzeitig einen Hinweis und einen Vorschlag für den nächsten Werkstattbesuch, noch bevor der Defekt überhaupt auftritt. So können Ersatzteile frühzeitig beschafft und die eigentliche Reparatur präziser geplant und schneller durchgeführt werden. Mit Predictive Maintenance lässt sich auf diese Weise die oftmals aufwändige Fehlersuche in Werkstätten vereinfachen.

Eine von der Europäischen Kommission beauftragte Studie ergab, dass mit richtig umgesetzter zustandsorientierter Instandhaltung erhebliche Einsparungen möglich sind. Die Studie beziffert das Sparpotenzial gegenüber traditioneller präventiver Instandhaltung auf 8 bis 12 Prozent. Weitere Vorteile sind die Senkung der Wartungskosten um 14 bis 30 Prozent, der Ausfallzeiten um 20 bis 45 Prozent und der Ausfälle um 70 bis 75 Prozent.¹⁵

Wo stehen wir in der Entwicklung?

Immer mehr Hersteller integrieren datenbasierte Diagnosesysteme in ihre Fahrzeuge. Während viele Anwendungen bislang im Rahmen von Pilotprojekten oder ausgewählten Modellreihen getestet werden – etwa bei Ford oder verschiedenen Leasingunternehmen¹⁶ – gehen andere Hersteller bereits einen Schritt weiter: So bietet Volkswagen die Funktion Predictive Maintenance seit Juli 2024 serienmäßig in Neufahrzeugen an.¹⁷ Die dafür notwendige Sensorik ist in modernen Fahrzeugen meist schon vorhanden; der Fokus liegt nun auf der intelligenten Auswertung der Daten und dem sicheren, effizienten Datentransfer.

¹⁵ S. DANFOSS

¹⁶ S. KORTICAL, HITACHI

¹⁷ S. VOLKSWAGEN 2024



Green Light Optimal Speed Advisory - Grüne-Welle-Assistent

Ein Beispiel für einen Smart Service, der sowohl Fahrzeugdaten als auch Umgebungsinformationen intelligent kombiniert, ist der Grüne-Welle-Assistent (Green Light Optimal Speed Advisory, GLOSA).

Kreuzungen und Ampeln sind wichtige Kontrollelemente unseres Verkehrssystems. Sie sind heute zwingend notwendig, um Kollisionen zu vermeiden und Verkehrsflüsse zu organisieren. Gleichzeitig stellen sie im urbanen Alltag eine Herausforderung dar: Ständiges Stop-and-Go, insbesondere im Berufsverkehr, kann bei Fahrern zu Frustration, erhöhter kognitiver Belastung und Ermüdung führen. Hinzu kommt, dass häufige Brems- und Beschleunigungsvorgänge einen höheren Kraftstoffverbrauch, mehr Emissionen und eine gesteigerte Lärmbelastung verursachen. Hier setzen datengetriebene Lösungen wie das Green Light Optimal Speed Advisory an.

Wie funktioniert es?

Damit Fahrzeuge mit Ampeln kommunizieren können, kommt die sogenannte Vehicle-to-Infrastructu-

re-Kommunikation (V2I) zum Einsatz. Das bedeutet: Die Ampel sendet Informationen über ihre aktuellen und kommenden Signalphasen direkt an das Fahrzeug. Wenn das Auto auf die Information zugreifen kann, wann die Ampel auf Grün schaltet, kann es seine Geschwindigkeit so anpassen, dass es möglichst ohne anzuhalten durchfährt. Dafür braucht das Fahrzeug zwei Dinge: Zum einen die Information, welches Licht gerade leuchtet (z.B. Rot, Grün oder Gelb), und zum anderen, wie lange diese Phase noch dauert. Das Fahrzeugsteuergerät verarbeitet diese Daten direkt lokal und berechnet die ideale Geschwindigkeit.

Ein Beispiel: Wenn sich ein Auto 50 Meter vor einer roten Ampel befindet und diese in 5 Sekunden auf Grün schaltet, kann das System berechnen, dass das Auto mit 36 km/h fahren sollte, um genau dann an der Ampel zu sein, wenn sie umspringt. Diese Geschwindigkeit wird dem Fahrer angezeigt oder von einem Assistenzsystem automatisch eingehalten.

Auf Herstellerseite wird der Service so gestaltet, dass er in der Fahrzeugsoftware integriert ist und kontinuierlich aktualisiert wird, zum Beispiel über Over-the-Air-Updates. Die Hersteller sammeln zudem anonymisierte Nutzungsdaten, um die Funktion zu



verbessern und auf verschiedene Verkehrssituationen anzupassen.

Welche Mehrwerte schafft es?

Mithilfe des Grüne-Welle-Assistenten kommen Fahrer schneller und flüssiger durch den Verkehr und schonen die Bremsen ihres Fahrzeugs – ohne dass sie selbst ständig rechnen oder schätzen müssen. Flüssigere Verkehrsströme reduzieren Rückstaus an Ampeln und erhöhen die Kapazität der Verkehrsinfrastruktur. Gleichzeitig sinken Kraftstoffverbrauch und Emissionen deutlich: Pilotprojekte zeigten, dass Fahrzeuge, die mit GLOSA ausgestattet sind, ihren Kraftstoffverbrauch im innerstädtischen Verkehr um bis zu 17 Prozent reduzieren können. Diese Werte schwanken zwar von Studie zu Studie, die meisten legen jedoch nahe, dass GLOSA zu Treibstoffeinsparungen von mehr als zehn Prozent führt. Dadurch wird die Schadstoffbelastung und der Lärmpegel in Städten verringert und die Luftqualität verbessert. Ein zusätzliches Plus: Dadurch, dass Autofahrer dank des Grüne-Welle-Assistenten weniger abrupt bremsen und hastig beschleunigen, verringert sich das Risiko von Auffahrunfällen.¹⁸

Wo stehen wir in der Entwicklung?

Der Grüne-Welle-Assistent wird heute bereits in ersten Städten getestet, zum Beispiel in Helmond und Breda in den Niederlanden. Obwohl sich das System noch in der Erprobung befindet, hat es sich als überraschend zuverlässig und gut in bestehende Verkehrssysteme integrierbar gezeigt. Ursprünglich ist GLOSA so gedacht, dass alle Fahrzeuge und Ampeln vollständig miteinander vernetzt sind. Da Autos aber oft viele Jahre auf der Straße bleiben, wird eine flächendeckende Vernetzung noch viele Jahre dauern. In der Zwischenzeit können Übergangslösungen helfen, zum Beispiel Smartphone-Apps wie TRAFFICPILOT oder Systeme aus Projekten wie C-Roads Germany.¹⁹

¹⁸ S. STEVANOVIC ET AL. 2013

¹⁹ S. MEGABITS, C-ROADS GERMANY



Autonomous Driving – Selbstfahrende Fahrzeuge

Während die vorangegangenen Beispiele zeigen, wie Daten den Betrieb effizienter und vorausschauender machen können, verbindet das autonome Fahren diese Ansätze und erweitert sie zu einem umfassenden Mobilitätsservice. Das autonome Fahren gilt als einer der vielversprechendsten Smart Services, insbesondere für die urbane Mobilität.

Wie funktioniert es?

Autonomes Fahren basiert auf einer hochkomplexen Sensorik und Datenverarbeitungstechnologie, die es dem Fahrzeug ermöglicht, seine Umgebung in Echtzeit präzise zu erfassen, zu interpretieren und entsprechend zu handeln. Zum Einsatz kommen dabei mehrere Kameras, Lidarsysteme und Radarsensoren, die gemeinsam eine 360-Grad-Rundumsicht ermöglichen, sowohl im Nahbereich als auch auf größere Distanz. Die Kombination aus laserbasierten Lidarsystemen, die Objekte erkennen, und Radar, das durch diese Hindernisse „sehen“ kann, erlaubt eine zuverlässige Einschätzung komplexer Verkehrssituationen. In jeder Minute müssen Milliarden von Informationen verarbeitet werden. Zentrale Steuerungseinheit ist eine künstliche Intelligenz auf Basis maschinellen Lernens, die nicht nur Objekte erkennt, sondern auch deren Verhalten antizipieren kann – etwa ob ein Fußgänger trotz roter Ampel losgeht oder stehenbleibt. Wird eine Situation nicht eindeutig als sicher bewertbar erkannt, versetzt sich das Fahrzeug automatisch in einen minimalen Risikozustand, aktiviert die Warnblinkanlage und kontaktiert eine Leitstelle zur weiteren Entscheidungsfindung. Damit ist autonomes Fahren ein prototypisches Beispiel für einen Smart Service: Es vereint vernetzte Sensorik, datengetriebene Entscheidungslogik und adaptive Systemsteuerung zu einem intelligenten Dienst, der Mobilität sicherer und effizienter gestalten kann.²⁰

Welche Mehrwerte schafft es?

Befürworter sehen im autonomen Fahren nicht nur eine Lösung für das globale Sicherheitsproblem im Straßenverkehr, sondern auch eine Antwort auf strukturelle Herausforderungen wie den Fachkräftemangel im öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV). Denn: Autonome Fahrzeuge sind stets einsatzbereit, machen keine Fahrfehler durch Ablenkung oder Übermüdung und benötigen kein Perso-

nal. Zudem bieten Robotaxis – also autonom fahrende Shuttles – neue Möglichkeiten für die urbane Raumplanung. Wenn Fahrzeuge nicht mehr parken, sondern ständig unterwegs sind, sinkt der Bedarf an Stellflächen erheblich – ein Gewinn für Städte, die dringend Raum für alternative Mobilitätsformen und Lebensqualität schaffen wollen. Auch wirtschaftlich birgt der Markt enorme Potenziale. Laut einer Studie der US-Investmentbank Goldman Sachs könnten mit autonomen Mobilitätsdiensten – insbesondere Robotaxis – bis 2030 weltweit mehr als 25 Milliarden US-Dollar Umsatz generiert werden.²¹

Wo stehen wir in der Entwicklung?

Während autonome Mobilitätsdienste insbesondere in China und den USA an Fahrt gewinnen, übernimmt in Deutschland die Stadt Hamburg eine Vorreiterrolle. Im aktuellen Koalitionsvertrag von SPD und Grünen wird der Einsatz autonomer Fahrzeuge als eines der zentralen Ziele der Verkehrspolitik benannt. Entsprechend konkret sind die Pläne: Bereits Ende 2023 verkündete die Stadt das Ziel, bis zum Jahr 2030 rund 10.000 autonome Fahrzeuge auf Hamburgs Straßen zu bringen.

Seit 2021 erlaubt das deutsche Straßenverkehrsgesetz den Einsatz vollständig autonomer Fahrzeuge im öffentlichen Raum. Aufbauend auf diesem rechtlichen Rahmen plant der Mobilitätsanbieter [MOIA](https://www.moia.io/de-de/mitfahren)²², im kommenden Jahr die Zulassung für autonome Fahrten ohne Sicherheitsfahrer beim Kraftfahrt-Bundesamt zu beantragen. Der offizielle Start des autonomen Regelbetriebs in Hamburg ist für das Jahr 2027 vorgesehen. Die eingesetzten Fahrzeuge sollen über vier Sitzplätze verfügen, konkrete Angaben zur Flottengröße macht das Unternehmen bislang nicht. Parallel dazu plant die Hamburger Hochbahn, ihr Mobilitätsangebot durch den Einsatz autonomer Kleinbusse des Herstellers [HOLON](https://www.driveholon.com/de/)²³ zu erweitern. Diese Fahrzeuge sollen die bestehende MOIA-Flotte insbesondere im Innenstadtbereich ergänzen.²⁴

²⁰ S. RAMSEL 2025

²¹ S. RAMSEL 2025

²² [HTTPS://WWW.MOIA.IO/DE-DE/MITFAHREN](https://www.moia.io/de-de/mitfahren)

²³ [HTTPS://WWW.DRIVEHOLON.COM/DE/](https://www.driveholon.com/de/)

²⁴ S. RAMSEL 2025

Auch die deutschen Autobauer tasten sich an das vollautonome Fahrzeug heran. In Deutschland führen Mercedes-Benz und BMW die Entwicklung autonomer Fahrtechnologien an. Mercedes-Benz hat mit dem „Drive Pilot“ als erster Hersteller weltweit ein Level-3-System für den Serienbetrieb zugelassen. Seit Ende 2024 darf dieses System auf deutschen Autobahnen unter bestimmten Bedingungen bis zu 95 km/h autonom fahren, wobei Fahrer die Kontrolle vorübergehend abgeben können. Der Drive Pilot ist in den Modellen S-Klasse und EQS verfügbar und nutzt eine Kombination aus LIDAR, Radar, Kameras sowie redundanten Steuerungssystemen. BMW hat 2024 mit dem „Personal Pilot L3“ ein eigenes Level-3-System (weitere Informationen zu den Levels des autonomen Fahrens s. Infobox) eingeführt, das derzeit im BMW 7er verfügbar ist. Dieses System ermöglicht unter be-

stimmten Bedingungen autonomes Fahren bis zu 60 km/h und kombiniert Level-2- und Level-3-Funktionen in einem Fahrzeug. Zusätzlich bietet BMW mit dem „Highway Assistent“ ein Level-2+-System an, das freihändiges Fahren auf Autobahnen bei Geschwindigkeiten bis zu 130 km/h erlaubt. Beide Hersteller integrieren fortschrittliche Sensorik, künstliche Intelligenz und vernetzte Systeme, um autonome Fahrfunktionen schrittweise in den Alltag zu bringen. Damit positionieren sich Mercedes-Benz und BMW als Vorreiter im Bereich der Smart Services im autonomen Fahren.²⁵

²⁵ S. GILGEN 2025

²⁶ S. EBD.

Die Level des autonomen Fahrens

Um den Grad der Automatisierung von Fahrzeugen zu beschreiben, wird die Norm J3016 der SAE International (Society of Automotive Engineers) verwendet. Diese klassifiziert die Systeme automatisierten Fahrens in sechs Level.

Level 0 – keine Automatisierung:

Der Fahrer beherrscht ständig sein Fahrzeug.

Level 1 – Assistiertes Fahren:

Einzelne Assistenzaufgaben helfen bei bestimmten Fahraufgaben, zum Beispiel Tempomat, Abstandregeltempomat oder automatischer Spurhalteassistent.

Level 2 – Teilautomatisiertes Fahren:

Unter bestimmten Bedingungen kann das Fahrzeug manche Aufgaben ohne menschlichen Eingriff selbst ausführen, zum Beispiel überholen oder automatisch einparken. Dabei kann der Fahrer die Hände vom Steuer nehmen, muss die Systeme aber überwachen und jederzeit eingreifen können.

Level 3 – Hochautomatisiertes Fahren:

Der Fahrer kann sich unter bestimmten Voraussetzungen dauerhaft vom Verkehrsgeschehen abwenden und die Fahraufgabe an das Fahrzeug abgeben, zum Beispiel Autobahnfahrten. Der Fahrer muss aber in der Lage sein, innerhalb weniger Sekunden, z.B. in Baustellensituationen, wieder zu übernehmen.

Level 4 – Vollautomatisiertes Fahren:

Das Fahrzeug übernimmt den größten Teil der Fahrt autonom und kann sogar hochkomplexe Aufgaben wie plötzliche auftretende Baustellen selbstständig meistern. Der Fahrer muss fahrtüchtig sein, um bei Bedarf die Fahraufgaben übernehmen zu können.

Level 5 – Autonomes Fahren:

Der Fahrer muss weder fahrtüchtig sein, noch eine Fahrerlaubnis besitzen, das Auto übernimmt alle Fahraufgaben vollständig autonom.²⁶

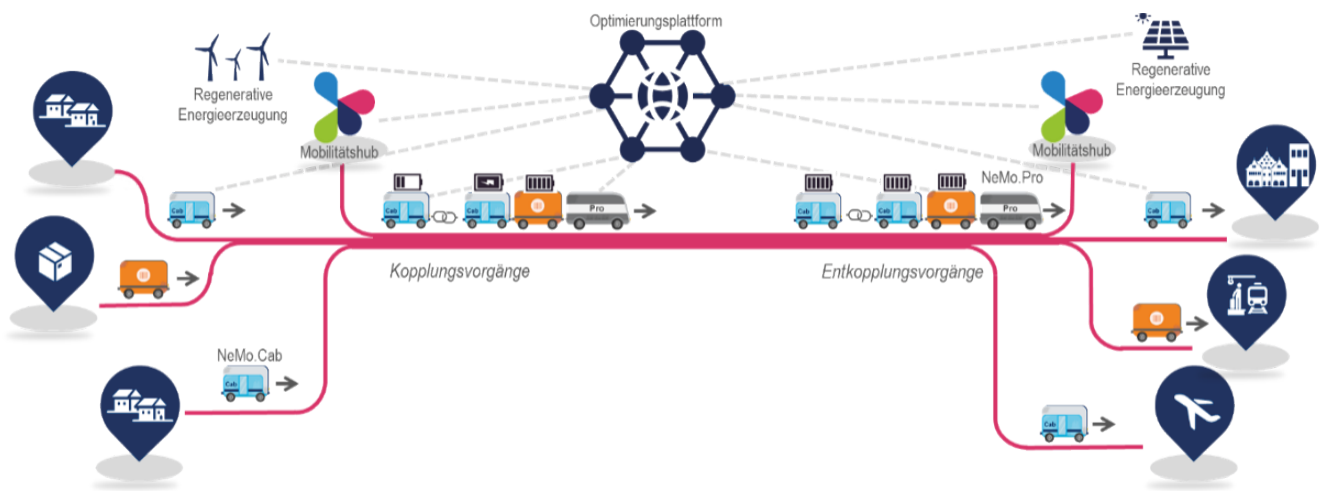


Abbildung 2: Konzeptionelle Darstellung des NeMo.bil-Systems
© Neue Mobilität Paderborn e.V.

On-Demand-Mobilität: Projekt „NeMo.bil“

Nicht nur Großstädte profitieren von datenbasierten Mobilitätslösungen – auch abseits urbaner Zentren entstehen neue Konzepte: Durch die intelligente Verarbeitung von Fahrzeug-, Umgebungs- und Nutzerdaten können Smart Services in Form von vernetzten Mobilitätslösungen die Mobilität in ländlichen Regionen flexibler und nachhaltiger gestalten.

Ein Beispiel ist das Projekt **NeMo.bil**, das während seiner Laufzeit von 2023 bis 2026 vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz mit mehr als 18 Millionen Euro gefördert wird. Das Ziel der 20 Projektpartner aus Industrie und Wissenschaft ist es, ein intelligentes On-Demand-Mobilitätssystem zu entwickeln, um den ÖPNV in ländlichen Regionen zu stärken.

Wie funktioniert es?

Das bedarfsgerechte (**on demand**) Mobilitätssystem besteht aus zwei verschiedenen autonom fahrenden und vernetzten Leichtbau-Fahrzeugtypen: den **NeMo.Pros** und **NeMo.Cabs**. Konkret soll das Schwarmssystem so aussehen: Fahrgäste geben über eine App ihr Ziel an und fordern ein NeMo.Cab an. Diese sehr leichte Elektrokleinfahrzeug holt sie zu Hause ab und steuert autonom einen virtuellen Knotenpunkt an. Dort schließt es sich mit weiteren Cabs, die aus anderen Richtungen kommen, zu ei-

nem Konvoi zusammen. Dieser Konvoi wird von einem größeren, ebenfalls autonom fahrenden Fahrzeug (NeMo.Pro) gezogen. Im Konvoi bzw. Schwarm legen die Kleinfahrzeuge und das Pro längere Überlandstrecken zurück und können höhere Reichweiten und Geschwindigkeiten erzielen. Für die „letzte Meile“ koppeln sich die Caps wieder vom Konvoi ab, um schließlich die individuellen Ziele zu erreichen.

Damit das System optimal funktioniert, werden in verschiedenen Phasen des Betriebs kontinuierlich Daten erhoben, analysiert und in Echtzeit verarbeitet:

- Nutzungsdaten, z.B. Buchungsverhalten, Fahrgewohnheiten und Stoßzeiten helfen dabei, die Nachfrage zu prognostizieren, die Fahrten besser zu planen und die Nutzerführung in der App zu verbessern.
- Kontextdaten wie Verkehrslage, Wetter, Straßenzustand oder Baustellen fließen in die Routenplanung ein, um Verspätungen zu vermeiden und dynamisch auf Veränderungen zu reagieren.
- Zustandsdaten wie Batteriestatus, Wartungsbedarf oder aktuelle Position werden fortlaufend erfasst, um den Betrieb zuverlässig und effizient zu steuern.



Diese Daten werden in einem intelligenten, cloud-basierten Steuerungssystem zusammengeführt, das nicht nur einzelne Fahrzeuge, sondern das gesamte Schwarmssystem koordiniert.

Welche Mehrwerte schafft es?

Das flexible Mobilitätssystem soll den ÖPNV insbesondere in ländlichen Regionen stärken – denn hier sind die Herausforderungen besonders groß: Der öffentliche Nahverkehr wird aufgrund von mangelnder Flexibilität und begrenztem Komfort nur wenig genutzt, was zu schlecht ausgelasteten Linien und hohen Kosten für die Kommunen führt. Die Folge: Viele Menschen greifen trotz Ineffizienzen und einer hohen Umweltbelastung auf den privaten PKW zurück.

NeMo.bil soll Fahrgästen hingegen ein flexibles, komfortables und nahtloses Mobilitätserlebnis bieten. Betreibende auf der anderen Seite können ein tragfähiges Geschäftsmodell finden, indem sie möglichst viel Umsatz durch möglichst viele Transporte und möglichst geringe Betriebs- und Investitionskosten erzielen. Dazu werden die Daten aus der App und dem Smart Product ausgewertet und bei der langfristigen strategischen Planung berücksichtigt. Bei der Entwicklung von Geschäftsmodellen können so sowohl Marktbedürfnisse als auch Betreiber- und Nutzerinteressen berücksichtigt werden.

Wo stehen wir in der Entwicklung?

Bis zum Ende der Projektlaufzeit, die bis Mitte 2026 angesetzt ist, verfolgt NeMo.bil das Ziel, die vollständige technische Funktionalität des Systems zu demonstrieren. Dies umfasst den gesamten Prozess von der Buchung über die Abholung der Fahrgäste, die Kopplung der Fahrzeuge bis hin zur Durchführung der Konvoifahrt – und soll in Form eines Prototyps realisiert werden.²⁷

2.3 Herausforderungen für Smart Services: Daten, Standards, Recht

Smart Services basieren auf der kontinuierlichen Erfassung, Verarbeitung und Nutzung großer Datenmengen aus Smart Products. Doch bevor diese Daten ihr volles Potenzial entfalten können, sind grundlegende Herausforderungen zu bewältigen, insbesondere mit Blick auf die technische Infra-

struktur, Datenverfügbarkeit und -nutzung sowie rechtliche und sicherheitstechnische Rahmenbedingungen.

Gerade im Mobilitätsbereich zeigt sich ein akuter Bedarf an übergreifender Interoperabilität – also der Kommunikation und Zusammenarbeit verschiedener Geräte, Systeme oder Programme: Fahrzeuge kommunizieren nicht nur mit anderen Fahrzeugen (V2V), sondern auch mit Verkehrsinfrastruktur (V2I), mit Hersteller-Backends, Werkstätten, Versicherern und anderen Akteuren. Für die übergreifende Kollaboration zwischen OEMs, Zulieferern, Start-ups und Drittanbietern fehlen vielerorts aber die nötigen Voraussetzungen: Es mangelt an verbindlichen technischen Standards, an offenen Datenformaten und an einer breiten Verfügbarkeit sicherer Cloud-Infrastrukturen in Europa.²⁸

Hinzu kommt: Die Datenhoheit ist vielfach ungeklärt – wem gehören etwa die vom Fahrzeug erzeugten Daten? Dem Fahrer, dem Hersteller oder dem Plattformbetreiber? Rechtliche Unsicherheiten etwa in Bezug auf die Datenschutzgrundverordnung (DSGVO) hemmen derzeit noch die breite Nutzung solcher Daten. Neben Datenschutz und Datenhoheit ist auch die Sicherheit ein zentrales Thema: Vernetzte Fahrzeuge sind potenzielle Angriffsziele für Cyberkriminalität. Hackerangriffe können nicht nur sensible Daten kompromittieren, sondern auch die physische Sicherheit der Fahrzeuginsassen gefährden. Deshalb braucht es verbindliche Sicherheitsstandards.²⁹

Um eine sichere und standardisierte Nutzung von Mobilitätsdaten zu ermöglichen, gewinnen **Datenräume** als digitale Infrastruktur zunehmend an Bedeutung. Wie diese zu definieren sind, inwiefern sie sich von digitalen Plattformen unterscheiden und welche Initiativen es bereits gibt, wird das folgende Kapitel beleuchten.

²⁷ S. NeMo PADERBORN 2025

²⁸ S. PROBST 2025

²⁹ S. HARDES 2023

3. Datenräume: Infrastruktur für Smart Services

3.1 Datenräume als neue offene Form digitaler Plattformen

Öffentliche **Datenräume (Data Spaces)** sind offene Infrastrukturen, auf denen verschiedene Akteure – zum Beispiel Automobilhersteller, Zulieferer, Verkehrsbehörden, Städte, Softwareanbieter und Forschungseinrichtungen – ihre Daten serviceorientiert (gegen Entgelt) anderen zur Nutzung und Wertschöpfung anbieten können. Hierdurch behalten die Eigner die Kontrolle über die Daten und können gleichzeitig an der Wertschöpfung der datennutzenden Akteure teilhaben.³⁰

So entstehen neue Möglichkeiten für digitale Dienstleistungsinnovationen, etwa im Bereich des autonomen Fahrens, bei intelligenten Verkehrssystemen oder für nachhaltige Logistiklösungen. Datenräume schaffen dafür klare, verlässliche Regeln: Wer welche Daten nutzt, wie lange, und zu welchem Zweck ist für alle Beteiligten transparent. Gleichzeitig behalten Unternehmen jederzeit die Kontrolle über ihre eigenen Daten, können sie aber gezielt mit Partnern teilen, um gemeinsam neue Lösungen zu entwickeln.³¹

Um das Potenzial öffentlicher Datenräume besser einordnen zu können, lohnt sich ein Blick auf bestehende digitale Plattformen. Ein Vergleich beider Modelle verdeutlicht, worin die Unterschiede liegen – und welche Lehren sich aus der Entwicklung digitaler Plattformen für Datenräume ziehen lassen.

Digitale Plattformen sind seit Langem ein wichtiges Thema in der Forschung. Bekannte Beispiele aus dem B2C-Bereich sind Amazon, Airbnb oder Uber. Auch im B2B-Bereich gewinnen Plattformen an Bedeutung, etwa in Form von Cloud-Diensten. Plattformen wie Google Cloud, Microsoft Azure, Amazon Web Services oder SAP-Cloud bieten Unternehmen gegen Gebühr Zugang zu Rechenleistung, Speicher und Softwaretools. Auch Dienste

wie Dropbox funktionieren auf dieser Basis. Allen gemeinsam ist: Sie werden von kommerziellen Anbietern betrieben.³²

Unterschied zwischen digitalen Plattformen und Datenräumen

Öffentliche Datenräume gelten als neue, offene Form digitaler Plattformen, die nicht von einzelnen Unternehmen kontrolliert werden. Sie sollen Organisationen helfen, datengestützte Innovationen unabhängig von großen amerikanischen und chinesischen Tech-Konzernen umzusetzen. Ein Beispiel dafür ist GAIA-X – eine europäische Initiative für eine vertrauenswürdige, föderierte Dateninfrastruktur (s. Kapitel 3.3). Ziel ist es, digitale Souveränität zu stärken und gemeinsame Werte wie Offenheit, Transparenz und Interoperabilität zu fördern.³³ Die folgende Tabelle zeigt die wesentlichen Unterschiede zwischen privaten digitalen Plattformen (z.B. Google Cloud Plattform) und öffentlichen Datenräumen.

Die Entstehung öffentlicher Datenräume erweitert die digitale Transformation, indem sie nicht nur einzelne Unternehmen, sondern viele verschiedene Akteure miteinander verbindet.

³⁰ S. ACATECH 2024

³¹ S. BEVERUNGEN ET AL. 2022, S. 498

³² S. EBD., S. 494

³³ EBD.

3.2 Private digitale Plattformen versus öffentliche Datenräume

	Private digitale Plattformen	Öffentliche Datenräume
Eigentum	Kommerziell betrieben und im Besitz eines Unternehmens	Haben keine Eigentümer im klassischen Sinne, sondern werden von einem Konsortium geleitet
Zugänglichkeit & Teilnahme	Zugang und Nutzung sind vom Betreiber eingeschränkt und kontrolliert; Nutzende müssen sich registrieren und Regeln des Betreibers folgen	Offen zugänglich für alle Akteure, die bestimmte Prinzipien teilen; Teilnahme ist breiter möglich, mit klaren Regeln
Interaktion	Häufig über zentrale Kontrolle durch den Plattformbetreiber	Dezentralisiert: Nutzende interagieren direkt miteinander ohne zentrale Kontrolle
Netzwerkeffekte	Werden kommerziell genutzt, um Nutzerbindung und Abhängigkeit zu schaffen	Werden offen geteilt, um Kooperation und Innovation zu fördern
Datennutzung und Interoperabilität	Betreiber entscheiden, wer auf Daten zugreifen kann und wie sie genutzt werden	Datenzugang basiert auf transparenten Regeln; Standardisierung unterstützt Interoperabilität
Regelwerk/ Rahmenbedingungen (Governance)	Geringe Transparenz, Governance durch den Plattformbetreiber	Transparente Prozesse und Mitbestimmung der Teilnehmenden, klare Governance-Strukturen
Souveränität, Datenschutz, Sicherheit	Abhängig von Betreiberpolitik; kann stark von Unternehmensinteressen geprägt sein	Fokus auf Datenschutz, Sicherheit, Nutzerkontrolle und gesellschaftlichen Werten wie Offenheit und Fairness

Tabelle 1: Unterschiede zwischen privaten digitalen Plattformen und öffentlichen Datenräumen (angelehnt an Beverungen et al. 2022: 495).

Herausforderungen öffentlicher Datenräume für die digitale Transformation

Öffentliche Datenräume eröffnen neue Möglichkeiten für digitale Innovationen, insbesondere im Bereich Smart Services, stellen Organisationen jedoch auch vor spezifische Herausforderungen. Anders als bei kommerziellen Plattformen fehlt ein zentraler Plattformbetreiber, der die Steuerung und Kontrolle übernimmt. Stattdessen verlagert sich die digitale Innovation auf die Ebene ganzer Ökosysteme mit vielen verschiedenen Beteiligten, deren Zusammenarbeit neu organisiert werden muss.³⁴

Während bestehende Studien zu Datenräumen vor allem technische und regulatorische Fragen wie Datenschutz thematisieren, betonen Beverungen et al. (2022), dass auch Management- und Governance-Fragen stärker erforscht werden sollten. Sie nennen u.a. folgende kritische Aspekte:

- **Faire Gewinnverteilung:** Damit ein breites Vertrauen entsteht, muss gewährleistet sein, dass der wirtschaftliche Nutzen nicht nur wenigen Akteuren zufällt, sondern gerecht zwischen den Beteiligten verteilt wird.
- **Komplexitäts-Effizienz-Paradoxon:** Die Vielfalt an Akteuren und Daten kann zu besseren Innovationen führen – birgt aber auch das Risiko ineffizienter Abstimmungen und hoher Koordinationsaufwände.
- **Daten aus physischen Objekten:** Die Nutzung von Daten aus vernetzten Geräten (z.B. Sensoren) muss DSGVO-konform, sicher und transparent erfolgen. Öffentliche Datenräume könnten dabei ein besseres Gleichgewicht zwischen Innovation und Datenschutz schaffen als große private Anbieter.
- **Governance-Fragen:** Auch ohne zentralen Betreiber braucht es klare Regeln, wie Entscheidungen getroffen werden, wer Verantwortung trägt und wie Machtkonzentrationen verhindert werden. Nur so kann ein fair organisiertes und selbststeuerndes Datenökosystem entstehen.

Für Unternehmen ergibt sich daraus die strategische Frage: Wann lohnt sich die Beteiligung an öffentlichen Datenräumen? Während kommerzielle

Plattformen oft mit höherer Effizienz punkten, bieten öffentliche Datenräume Vorteile wie Transparenz, Vertrauen und europäische Souveränität – insbesondere als Gegengewicht zu dominanten Akteuren wie Google oder Microsoft.³⁵

Fazit: Datenräume ermöglichen erstmals einen skalierbaren und zugleich vertrauenswürdigen Austausch von Daten über Unternehmens- und Branchengrenzen hinweg. Anders als digitale Plattformen, die meist zentral von einem Unternehmen betrieben werden, beruhen Datenräume auf einem dezentralen Ansatz: Die Daten verbleiben bei ihren „Eigentümern“ und werden gegen Entgelt auf Basis transparenter, gemeinsam vereinbarter Regeln geteilt. So behalten die Eigner die Kontrolle über die Daten und können gleichzeitig an der Wertschöpfung der datennutzenden Akteure teilhaben. Wesenskern einer digitalen Plattform ist es dagegen häufig, dem Plattformbetreiber die eigenen Daten zur Nutzung zu überlassen. Damit konzentriert sich dann auch die Wertschöpfung auf den Plattformbetreibenden. Während digitale Plattformen wie Amazon Web Services oder Dropbox also in erster Linie kommerzielle Dienstleistungen anbieten und Nutzungsbedingungen vorgeben, schaffen Datenräume ein offenes Ökosystem, in dem unterschiedliche Akteure, z.B. Automobilhersteller, Zulieferer, Softwareanbieter, Städte oder Forschungseinrichtungen ihre Daten serviceorientiert anderen zur Nutzung und Wertschöpfung anbieten können. Damit können Datenräume die technologische und organisatorische Grundlage für datengetriebene Mobilitätsservices bilden: Prädiktive Wartung, dynamische Routenplanung, autonome Fahrzeugflotten oder personalisierte Mobilitätsangebote werden durch den Zugriff auf aktuelle, qualitativ hochwertige Daten deutlich leistungsfähiger. Gleichzeitig entstehen neue Formen der Zusammenarbeit, in denen beispielsweise Echtzeitdaten genutzt werden, um Wartungsbedarfe frühzeitig zu erkennen und diese Informationen mit Werkstätten, Flottenbetreibern und Herstellern zu teilen. So werden datenbasierte Innovationen möglich, die über unternehmenseigene Plattformlösungen hinausgehen und auf Offenheit, Interoperabilität und digitale Souveränität setzen.

³⁴ S. BEVERUNGEN ET AL. 2022, S. 496-498

³⁵ S. EBD., S. 498



3.3 Beispiele für Datenräume im Mobilitätssektor

GAIA-X

GAIA-X ist eine europäische Initiative mit dem Ziel, eine sichere und vertrauenswürdige Dateninfrastruktur zu schaffen – auf Basis europäischer Werte wie Datenschutz, Transparenz und digitaler Souveränität. Hintergrund ist die starke Abhängigkeit Europas von großen Cloudanbietern aus den USA und China. GAIA-X soll hier eine europäische Alternative schaffen, bei der Unternehmen, Behörden und Forschungseinrichtungen Daten kontrolliert austauschen und verarbeiten können, ohne dabei die Hoheit über ihre Daten zu verlieren.

Wichtig: GAIA-X selbst ist kein Anbieter von Infrastruktur oder Dienstleistungen. Vielmehr versteht sich die Initiative als Rahmen oder Baukasten, mit dem ein vernetztes Ökosystem verschiedener Anbieter entstehen kann. Dafür bringt GAIA-X unterschiedliche Akteure der Datenwirtschaft – etwa Datenbesitzer, Cloudanbieter oder Softwareentwickler – zusammen. Gemeinsam entwickeln sie offene Standards, gemeinsame Regeln und eine technische Architektur, die einen sicheren, interoperablen und fairen Austausch von Daten ermöglicht.³⁶

Die Arbeit der Initiative konzentriert sich auf drei Kernaufgaben:

1. Entwicklung einer gemeinsamen Architektur für eine sichere, europäische Dateninfrastruktur.
2. Bereitstellung einer Open-Source-Software, mit der diese Architektur technisch umgesetzt werden kann.
3. Aufbau organisatorischer und administrativer Strukturen, die für den dauerhaften Betrieb und die Weiterentwicklung nötig sind.

Der deutsche GAIA-X-Hub ist die erste Anlaufstelle für alle Unternehmen, Organisationen und Interessierten in Deutschland, die mehr über das Projekt erfahren oder als Teil der Open-Source Community daran mitwirken wollen.³⁷ Er besteht aus mehreren Domänen, die die unterschiedlichen Bedarfe der Akteure adressieren sollen. Neben der Mobilität sind das etwa die Domänen Landwirtschaft, Energie, Gesundheit und Finanzwirtschaft. In den Domänen haben die Akteure erste Anwendungen entwickelt, die auf Basis von GAIA-X einen eigenen Datenraum aufspannen.³⁸

³⁶ S. RUSCHE 2022, S. 3ff.

³⁷ S. BMWK

³⁸ S. RUSCHE 2022, S. 17



Mobility Data Space

Der **Mobility Data Space (MDS)** wird vom Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV) gefördert und ist ein Leuchtturmprojekt der Initiative GAIA-X-Hub. Der MDS basiert auf einer dezentralen Plattform, auf der Unternehmen, Städte, Behörden und Forschungseinrichtungen Mobilitätsdaten souverän und unter Wahrung der Datenhoheit aller Beteiligten austauschen können. Anbieter definieren selbst, welche Daten sie wem und zu welchen Bedingungen bereitstellen.

Durch die Kombination unterschiedlichster Datenquellen, etwa Fahrzeug-, Verkehrs- oder Wetterdaten, lassen sich datengetriebene Services entwickeln, die den Verkehr sicherer, effizienter und nachhaltiger machen. Beispielhafte Anwendungen reichen von intelligenter Parkplatzsuche über multimodale Mobilitätsangebote bis hin zu CO₂-optimierten Logistiklösungen.

Der MDS ist offen für alle Organisationen, die an Mobilitätslösungen arbeiten – vom großen Automobilhersteller zum Mitfahrdienst, vom Betreiber des öffentlichen Verkehrs zum Softwarehersteller für Navigationssysteme, von der Forschungseinrichtung zum Bike-Sharing-Anbieter. Aktuell sind rund 165 Organisationen Mitglied des MDF.³⁹

Use Cases: Die konkreten Anwendungsfälle im Mobility Data Space zeigen, wie die Prinzipien eines Datenraums in der Praxis umgesetzt werden. So basiert die Initiative „PrioBike-HH“ in Hamburg auf dem souveränen Datenaustausch zwischen Stadtverwaltung, Verkehrsbetrieben, Sensorik-Anbietern und weiteren Partnern. Verkehrsdaten, wie zum Beispiel Echtzeitinformation zu Ampelschal-

tungen und optische Signale werden dezentral bereitgestellt, kombiniert und unter klar definierten Bedingungen genutzt. So soll an gefährlichen Kreuzungen die Sicherheit für Radfahrer erhöht werden, indem präventiv Abbiegeunfälle durch PKWs und LWKs vermieden werden sollen. Auch bei der „highQ MobilitySuite“ greifen verschiedene Datenanbieter – etwa Wetterdienste, ÖPNV-Betreiber und App-Entwickler – auf den MDS zurück, um ihre Wetterdaten mit Daten aus Mobilitätsangeboten zu kombinieren. Dadurch entsteht ein neuer Mehrwertdienst, der Nutzerinnen und Nutzer zu nachhaltigem Mobilitätsverhalten motivieren soll. Darüber hinaus ermöglicht der MDS die Integration von Echtzeitdaten verschiedener Verkehrsmittel in multimodale Plattformen, was eine effizientere und umweltfreundlichere Mobilität fördert.⁴⁰

NRW.Mobidrom

Um digitale vernetzte Mobilität in Nordrhein-Westfalen zu fördern, stellt die Landesregierung NRW die Datenplattform **MOBIDROM** zur Verfügung: Im Mai 2025 ist das zentrale System der Landesagentur für Mobilitätsdaten offiziell an den Start gegangen. Nach Baden-Württemberg ist NRW damit das zweite Bundesland, das über einen Datenraum für Mobilitätsdaten verfügt. Dieser bündelt und prüft sämtliche relevante Mobilitätsdaten des Landes aus dem öffentlichen Personennahverkehr und stellt sie Kommunen, Anbietern und Bürgern kostenfrei und standardisiert zur Verfügung. Dazu zäh-

³⁹ S. MOBILITY DATA SPACE 2025

⁴⁰ S. MOBILITY DATA SPACE

len etwa Fahrplandaten, aktuelle Verkehrslagen, Parkplatzkapazitäten sowie Baustellenmeldungen aus Städten und von Autobahnen. Die intelligente Vernetzung dieser Daten bildet die Basis für innovative, auch KI-gestützte Mobilitätslösungen, zum Beispiel im Bereich der Verkehrssteuerung, der Fahrgastinformation oder der Entwicklung neuer Mobilitäts-Apps.⁴¹ Davon sollen Wirtschaft, Bürger und Kommunen gleichermaßen profitieren: Mobilitätsanbieter können ihre Services nahtlos integrieren und erweitern, Fahrgäste profitieren von verbesserten Routenplanungen und Umsteigemöglichkeiten im ganzen Bundesland und Kommunen können mithilfe der gebündelten Daten den Verkehr besser steuern und verkehrspolitische Ziele effizienter erreichen.⁴² Bereitstellen oder nutzen kann man die Daten unter: www.mobilitaets-daten.nrw

Potenzielle User Story: Ein Pendler aus dem Umland plant seine Fahrt in die Paderborner Innenstadt. Über eine App, die auf Daten aus dem MOBIDROM zugreift, erfährt er, dass am Park+Ride-Parkplatz in Hövelhof noch Stellplätze frei sind. Die App zeigt ihm außerdem die Abfahrtszeit der nächsten Regionalbahn sowie die Verfügbarkeit von Leihfahrrädern oder E-Scootern am Paderborner Hauptbahnhof. So wird der Wechsel zwischen Auto, Bahn und Fahrrad nahtlos und einfach.

Catena-X

Catena-X ist ein Baustein von GAIA-X und stellt einen spezifischen Anwendungsfall für die Automobilindustrie dar. Über das kollaborative Daten-Ökosystem sollen die unterschiedlichen Akteure intelligent Daten teilen können. Das Partnernetzwerk wurde im März 2021 von Automobilherstellern und -zulieferern, Händlerverbänden und Ausrustern ins Leben gerufen, darunter BMW, Mercedes-Benz, Volkswagen, Bosch, SAP und viele weitere.

Catena-X zielt darauf ab, einheitliche Standards für die Daten- und Informationsflüsse in der gesamten automobilen Wertschöpfungskette zu schaffen. Daten, die bislang als Insellösungen isoliert bei den Unternehmen vorliegen, sollen zwischen den einzelnen Partnern sicher und transparent ausgetauscht und miteinander vernetzt werden. So soll

gewährleistet werden, dass alle Beteiligten standardisierte Formate und Systeme nutzen, die untereinander kompatibel sind. Außerdem sollen konkrete Anwendungen entstehen, zum Beispiel Projekte zur Bestimmung des CO₂-Fußabdrucks von Komponenten entlang der Wertschöpfungskette.⁴³ Wenn ein Hersteller zum Beispiel die CO₂-Bilanz für ein Fahrzeug aufstellen will, fordert er bei den Zulieferern Daten über die Emissionen der einzelnen Komponenten an und erhält sie automatisch und im richtigen Format. Weitere Aufgaben, die durch Catena-X erleichtert werden sollen, sind das Management von Geschäftskontakten, die Abfrage von Lieferverfügbarkeiten oder die Herkunft von Einzelteilen, auf die Zölle fällig werden könnten.⁴⁴

Use Cases: Bei der Fertigung einer gesamten Komponente hat BMW den Product Carbon Footprint (PCF) der Niere des BMW iX über Catena-X berechnet. Die Bestimmung des PCF basiert auf dem Catena-X-Regelwerk und umfasst alle Emissionen, die bei der Herstellung des Produktes entstehen.⁴⁵

Das Catena-X-Konsortium endete im Sommer 2024, anschließend wurde Catena-X in einen Verein überführt, der die Standards entwickelt, den Betrieb organisiert bzw. Partner und Lösungen zertifiziert. Die Entwicklung der Softwaremodule findet im Rahmen der Open-Source-Initiative Tractus-X statt. Als Betreiberorganisation wurde Confinity-X gegründet, ein Joint Venture von BASF, BMW, Henkel, Mercedes, SAP, Schaeffler, Siemens T-Systems und Volkswagen. Die Basistechnologie von Catena-X ist seit 2024 einsatzbereit und zahlreiche Pilotprojekte laufen, jedoch stellt die flächendeckende Implementierung noch eine Herausforderung dar. Viele Unternehmen, insbesondere kleine und mittlere Unternehmen (KMU), halten sich beim Datenaustausch noch zurück, etwa aufgrund von Unwissen oder Skepsis über das Teilen von Daten.⁴⁶

⁴¹ S. MINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND VERKEHR DES LANDES NORDRHEIN-WESTFALEN 2025

⁴² S. DUNKER 2025

⁴³ S. KÖLLNER 2024

⁴⁴ S. KERKMANN 2025

⁴⁵ S. KÖLLNER 2024

⁴⁶ S. KERKMANN 2025



3.4 Datenräume als zentrale Enabler für Smart Services

Smart Services, wie sie im zweiten Kapitel exemplarisch vorgestellt wurden, basieren auf der Erhebung, Verarbeitung und intelligenten Nutzung großer Mengen verteilter Daten. Erst durch interoperable, vertrauenswürdige Infrastrukturen wie Datenräume wird es möglich, diese Daten über Unternehmens- und Systemgrenzen hinweg zu teilen und so den eigentlichen Mehrwert der Smart Services voll auszuschöpfen.

- **Predictive Maintenance:** Vorausschauende Wartung erfordert den Zugriff auf Maschinen-, Sensor- und Umgebungsdaten aus unterschiedlichsten Quellen, häufig über Herstellergrenzen hinweg. In einem industriellen Datenraum können OEMs, Betreiber und Dienstleister relevante Daten gezielt und kontrolliert teilen. Das verbessert die Vorhersagegenauigkeit und reduziert Ausfallzeiten.
- **Grüne-Welle-Assistent:** Diese Systeme brauchen Echtzeitdaten über Ampelphasen, Verkehrsaufkommen und geplante Änderungen im Verkehrsfluss. Datenräume schaffen die technische und organisatorische Grundlage, um diese Informationen zuverlässig von Infrastrukturbetreibern an Fahrzeuge und Navigationssysteme zu übermitteln.
- **Autonomes Fahren:** Autonome Fahrzeuge sind auf präzise, aktuelle Umgebungsdaten angewiesen, zum Beispiel zu Verkehrsfluss, Wetter, Infrastrukturzustand oder Baustellen. Datenräume wie der Mobility Data Space ermöglichen es, solche Daten von Kommunen, Verkehrsleitstellen, Wetterdiensten und anderen Fahrzeugen sicher zu integrieren. Durch standardisierte Zugriffs- und Governance-Regeln behalten die Datenlieferanten die Kontrolle und fördern gleichzeitig die technologische Reife des autonomen Fahrens.
- **NeMo.bil:** Das schwarmbasierte Mobilitätskonzept NeMo.bil setzt auf die Vernetzung und Koordination autonomer Leichtfahrzeuge in Echtzeit, sowohl untereinander als auch mit der digitalen Infrastruktur. Dafür werden unterschiedliche Datenquellen benötigt: etwa Nutzungsdaten aus der App, Fahrzeugdaten wie Energieverbrauch und Position und Umgebungsinformationen zu Verkehr, Wetter oder Straßenzustand. Ein offener, interoperabler Datenraum ermöglicht es, diese Informationen sicher und standardisiert zwischen Anbietern, Plattformbetreibern, Kommunen und weiteren Akteuren zu teilen. So kann der Betrieb des Systems dynamisch optimiert, die Ressourcennutzung effizient gesteuert und die Nutzererfahrung verbessert werden.

4. Fazit und Ausblick

Wo digital vernetzte physische Objekte wie smarte Fahrzeuge vorhanden sind, ist der Grundstein für datenbasierte Dienstleistungen, die sogenannten Smart Services, gelegt. Diese stehen im Zentrum der digitalen Transformation der Mobilität. Sie ermöglichen individualisierte und ressourcenschonende Lösungen, von vorausschauender Wartung bis hin zu autonomen, bedarfsgerechten Mobilitätsangeboten. Außerdem verändern sie Geschäftsmodelle grundlegend: Hersteller entwickeln sich von reinen Produktanbietern zu Anbietern intelligenter Dienstleistungen und die Beziehungen zu ihren Kunden ändert sich durch kontinuierliche Interaktionen fundamental.

Voraussetzung dafür ist jedoch der Zugriff auf große Mengen heterogener Daten aus Fahrzeugen, Infrastruktur und Umwelt – und deren sichere, souveräne und interoperable Nutzung. Bevor diese Daten gewinnbringend genutzt werden, sind also grundlegende Herausforderungen zu bewältigen, insbesondere im Hinblick auf die technische Infrastruktur, die Datenverfügbarkeit und -nutzung sowie die rechtlichen und sicherheitstechnischen Rahmenbedingungen.

Genau hier setzen Datenräume an: Sie schaffen die technologische und organisatorische Grundlage für

einen vertrauenswürdigen Datenaustausch über Unternehmens- und Sektorgrenzen hinweg. Projekte wie GAIA-X oder Catena-X zeigen, wie sich auf Basis europäischer Werte und Standards ein offenes, vernetztes Datenökosystem entwickeln lässt, das sowohl wirtschaftliche Innovation als auch gesellschaftlichen Fortschritt fördert.

Der Weg zu einem funktionierenden Smart-Mobility-Ökosystem ist allerdings noch lang. Es braucht verbindliche Standards, rechtliche Klarheit, Interoperabilität und vor allem eine stärkere Koordination zwischen öffentlichen und privaten Akteuren. Gleichzeitig wächst die Zahl der Pilotprojekte und Use Cases, die den Nutzen datenbasierter Mobilitätsservices verdeutlichen.

Die nächsten Schritte bestehen darin, Datenräume von der Theorie in den Betrieb zu überführen, Vertrauen zwischen den Beteiligten zu schaffen, Ängste – insbesondere bei KMU – abzubauen und die Governance gemeinsam weiterzuentwickeln. Wenn es gelingt, diese digitale Infrastruktur flächendeckend zu etablieren, können Smart Services ihr volles Potenzial entfalten: als Schlüssel zur Mobilität von morgen.



Literaturverzeichnis

1. Acatech (2015): Smart Service Welt: Recommendations for the Strategic Initiative Web-based Services for Businesses, Berlin, online verfügbar unter: <https://en.acatech.de/publication/recommendations-for-the-strategic-initiative-web-based-services-for-businesses-final-report-of-the-smart-service-working-group/> [zuletzt aufgerufen am 30. Juni 2025]
2. Acatech (2018): Smart Service Welt 2018. Wo stehen wir? Wo gehen wir hin? München, online verfügbar unter: https://www.acatech.de/wp-content/uploads/2018/06/SSW_2018.pdf [zuletzt aufgerufen am 30. Juni 2025]
3. Acatech (2023): acatech Studie zeigt, wie der Wandel zum Smart-Service-Anbieter gelingt, online verfügbar unter: <https://www.acatech.de/allgemein/acatech-studie-zeigt-wie-der-wandel-zum-smart-service-anbieter-gelingt/> [zuletzt aufgerufen am 30. Juni 2025]
4. Acatech (2024): Factsheet Datenräume. Grundkonzepte und Gestaltungsprinzipien schnell und einfach erklärt, online verfügbar unter: https://www.acatech.de/wp-content/uploads/2023/10/230904_Factsheet_Datenraeume_kurz.pdf [zuletzt aufgerufen am 04. August 2025]
5. Beverungen, D.; Lüttenberg, H.; Wolf, V. (2018): Recombinant Service Systems Engineering. Business & Information Systems Engineering, 60(5), S. 377-391, DOI: <https://doi.org/10.1007/s12599-018-0526-4>
6. Beverungen, D., Müller, O., Matzner, M., Mendling J. vom Brocke, J. (2019): Conceptualizing Smart Service Systems. Electronic Markets, 29(1), S. 7-18, DOI: <https://doi.org/10.1007/s12525-017-0270-5>
7. Beverungen, D., Hess, T., Köster, A., Lehrer, C. (2022): From private digital platforms to public data spaces: implications for the digital transformation. Electronic Markets 32, S. 493–501, DOI: <https://doi.org/10.1007/s12525-022-00553-z>
8. BMW Group a: Connected Car – Das vernetzte Fahrzeug, online verfügbar unter: <https://www.bmw.com/de/innovation/connected-car.html> [zuletzt aufgerufen am 30. Juni 2025]
9. BMW Group b: Die 5 Level des autonomen Fahrens, online verfügbar unter: <https://www.bmw.com/de/automotive-life/autonomes-fahren.html> [zuletzt aufgerufen am 01. Juli 2025]
10. C-Roads Germany: Green Light Optimal Speed Advisory, online verfügbar unter: <https://www.c-roads-germany.de/english/c-its-services/glosa/> [zuletzt aufgerufen am 30. Juni 2025]
11. Danfoss: Predictive Maintenance. Maximierung der Anlageneffizienz mit Condition Monitoring, online verfügbar unter: <https://www.danfoss.com/de-de/about-danfoss/our-businesses/drives/knowledge-center/condition-monitoring-with-intelligent-drives/predictive-maintenance/> [zuletzt aufgerufen am 30. Juni 2025]
12. Dumitrescu, R., Riemensperger, F., Schuh, G. (Hrsg.): acatech Maturity Index Smart Services. Die Transformation von Unternehmen zu Smart-Service-Anbietern gestalten (acatech Studie), München, DOI: https://doi.org/10.48669/aca_2023-9

13. Dunker, V. (2025): Mobilitätsplattformen als Schlüssel zur Mobilitätswende. Mit vernetzten Daten zu nachhaltiger Mobilität, Materna Group, online verfügbar unter: <https://morethandigital.info/mobilitaetsdaten-plattformen-als-schluessel-zur-mobilitaetswende/> [zuletzt aufgerufen am 8. Juli 2025]
14. Gaia-X Hub Germany: Fördervorhaben, online verfügbar unter: <https://gaia-x-hub.de/gaia-x-foerdervorhaben/> [zuletzt aufgerufen am 30. Juni 2025]
15. Gilgen, T. (2025): Welcher Autobauer hat beim autonomen Fahren die Nase vorn, in *automotiveIT.eu*, online verfügbar unter: <https://www.automotiveit.eu/technology/autonomes-fahren/welcher-autobauer-hat-beim-autonomen-fahren-die-nase-vorn-276694-124.html> [zuletzt aufgerufen am 30. Juni 2025]
16. Harges, T. (2023): Vernetzte Zukunft. Die Automobilindustrie am Wendepunkt, in *Fostering Innovation*, Bertelsmann Stiftung, online verfügbar unter: <https://fosteringinnovation.de/vernetzte-zukunft-die-automobilindustrie-am-wendepunkt/> [zuletzt aufgerufen am 30. Juni 2025]
17. Hitachi: How Penske and Hitachi Solve Problems Before They Arise, online verfügbar unter: https://social-innovation.hitachi/en-us/case_studies/proactive-diagnostics-for-enterprise-fleet-maintenance-and-repair/ [zuletzt aufgerufen am 30. Juni 2025]
18. Kerkmann, C. (2025): Das Cloud-Prestigeprojekt der Autoindustrie kommt nicht voran, in *Handelsblatt*, online verfügbar unter: <https://www.handelsblatt.com/technik/it-internet/catena-x-das-cloud-prestigeprojekt-der-autoindustrie-kommt-nicht-voran/100118164.html> [zuletzt aufgerufen am 30. Juni 2025]
19. Köllner, C. (2024): Was ist Catena-X?, in *automobilwirtschaft | Springerprofessional.de*, online verfügbar unter: <https://www.springerprofessional.de/automobilwirtschaft/unternehmen---institutionen/was-ist-catena-x-/50174986> [zuletzt aufgerufen am 30. Juni 2025]
20. Kortical: Predictive maintenance. Predicting vehicle failures before they happen via connected modem data with Ford, online verfügbar unter: <https://kortical.com/case-studies/ford-predicting-failures-ai-example> [zuletzt aufgerufen am 30. Juni 2025]
21. MegaBITS: Trafficpilot (GLOSA-App), online verfügbar unter: <https://www.bitsdirectory.com/bits-directory/detail/trafficpilot-glosa-app> [zuletzt aufgerufen am 30. Juni 2025]
22. Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen 2025: NRW.Mobidrom, online verfügbar unter: <https://www.umwelt.nrw.de/themen/verkehr/zukunft-der-mobilitaet/mobilitaetsdaten/nrwmobidrom> [zuletzt aufgerufen am 8. Juli 2025]
23. Mobility Data Space (2025): Der Datenmarktplatz "Mobility Data Space", Basispressemappe des Mobility Data Space (Datenraum Mobilität GmbH), online verfügbar unter https://mobility-dataspace.eu/fileadmin/05_presse_medien/MDS-Pressemappe.pdf [zuletzt aufgerufen am 01. Juli 2025]
24. Mobility Data Space: Erfolg durch Zusammenarbeit. Die MDF-Use Cases unserer Teilnehmer, online verfügbar unter: <https://mobility-dataspace.eu/de/use-cases> [zuletzt aufgerufen am 01. Juli 2025]



25. Möller, F., Jussen, I., Springer, V., Gieß, A., Schweihoff, J. C., Gelhaar, J., Guggenberger, T., Otto, B. (2024). Industrial data ecosystems and data spaces. *Electronic Markets*, 34(1), 41, DOI: <https://doi.org/10.1007/s12525-024-00724-0>
26. NeMo Paderborn (2025): Erste manuelle DeMo-Fahrten von NeMo.bil, online verfügbar unter: <https://nemo-paderborn.de/neue-mobilitaet-paderborn-nemo-erreicht-naechsten-meilenstein-erste-manuelle-de-mo-fahrten-am-flughafen-paderborn-lippstadt/> [zuletzt aufgerufen am 7. Juli 2025]
27. Probst, M. (2025): Die Vereinigten Daten von Europa, in *Die ZEIT*, online verfügbar unter: <https://epaper.zeit.de/webreader-v3/index.html#/950605/29> [zuletzt aufgerufen am 7. Juli 2025]
28. Ramsel, Y. (2025): Autonomes Fahren. Wer fährt denn da?, in *Die ZEIT*, online verfügbar unter: <https://www.zeit.de/2025/23/autonomes-fahren-hamburg-taxis-test> [zuletzt aufgerufen am 30. Juni 2025]
29. Reiberg, A., Niebel, C., Kraemer, P. (2022): Was ist ein Datenraum? Definition des Konzeptes Datenraum, Gaia-X-Hub Germany, Whitepaper 1/22, online verfügbar unter https://gaia-x-hub.de/wp-content/uploads/2022/10/20220914_White_Paper_22.1_Definition_Datenraum_final.pdf [zuletzt aufgerufen am 30. Juni 2025]
30. Rusche, C. (2022): Einführung in GAIA-X. Hintergrund, Ziele und Aufbau, Institut der deutschen Wirtschaft, IW-Report 10/2021, Berlin, online verfügbar unter: https://www.iwkoeln.de/fileadmin/user_upload/Studien/Report/PDF/2022/IW-Report_2022-Einf%C3%BChrung-Gaia-X.pdf [zuletzt aufgerufen am 30. Juni 2025]
31. Stevanovic, A., Stevanovic, J., Kergaye, C. (2013): Green Light Optimized Speed Advisory Systems: Impact of Signal Phasing Information Accuracy, *Transportation Research Record*, 2390(1), S. 53-59, <https://doi.org/10.3141/2390-06>
32. Volkswagen (2024): Predictive Maintenance. Der smarte Weg zum Servicetermin, online verfügbar unter: <https://www.volkswagen.de/de/besitzer-und-service/service-und-ersatzteile/predictive-maintenance.html> [zuletzt aufgerufen am 7. Juli 2025]
33. vtron: MMZ-GLOSA. MobilityMoveZ- Green Light Optimal Speed Advisory, online verfügbar unter: <https://v-tron.nl/en/glosa/> [zuletzt aufgerufen am 30. Juni 2025]



Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Smart Service System basierend auf Smart Products als Schnittstellenobjekte	6
Abbildung 2: Konzeptionelle Darstellung des NeMo.bil-Systems.....	13

Tabellenverzeichnis

Abbildung 2: Konzeptionelle Darstellung des NeMo.bil-Systems.....	17
---	----

Abkürzungsverzeichnis

ebd.	ebenda
GLOSA	Green Light Optimal Speed Advisory
MOD	Mobility Data Space
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
S.	Seite
vgl.	vergleiche



Zuwendungsgeber:

Gefördert durch:



Förderkennzeichen: 16THB0004A

Laufzeit: 01.09.2022 – 31.12.2025

Projekträger:

VDI | VDE | IT

VDI / VDE Innovation + Technik GmbH

5 Partner. 5 Standorte. 1 Netzwerk.



diserhub.de