

Autonomes Fahren

Schlüssel zur Mobilität von Morgen

Kurzfassung



Einführung

Der Zugang zu Mobilität ist eine Grundvoraussetzung für gesellschaftliche Teilhabe und deshalb Teil der staatlichen Daseinsvorsorge. Lebensqualität hängt unmittelbar davon ab, ob Menschen ihre Ziele bequem erreichen können. Gleichzeitig prägt Mobilität die Wettbewerbsfähigkeit von Städten, Kommunen und Unternehmen.

Dennoch steht das öffentliche Mobilitätsangebot heute vor Herausforderungen – vor allem aufgrund begrenzter Finanzierung und fehlenden Fahrpersonals. Besonders im ländlichen Raum gefährdet das nicht nur die Alltagsmobilität, sondern den gesellschaftlichen Zusammenhalt und das Vertrauen in den Staat. Seit der Corona-Pandemie ist klar: Wenn die Pflegekraft nicht mehr zur Klinik kommt, ist das kein individuelles Problem, sondern ein gesellschaftliches. Mobilität ist systemrelevant – und die Lebensqualität hängt in erheblichem Maße davon ab, dass alle Menschen jederzeit Zugang zu attraktiven flächendeckenden Mobilitätsangeboten haben.

Rahmenbedingungen

Die gesetzlichen Regelungen für autonomes Fahren im ÖPNV liegen in Deutschland seit 2022 vor. Die Technologie wird bereits bundesweit in Pilotversuchen in der Praxis erprobt.

Gesetz und Technik erfordern ein definiertes Betriebsgebiet und die Überwachung durch eine technische Aufsicht aus der Ferne. Dieser Automatisierungsgrad wird Level 4 genannt. Für den Personennahverkehr ist damit die notwendige technische Stufe erreicht. Private Pkw, die autonom überall fahren können, wird es aus Expertensicht in absehbarer Zeit nicht geben.

In anderen Ländern wie den USA und China sind autonome Fahrzeuge privater Anbieter bereits im fahrerlosen und kommerziellen Betrieb unterwegs. Erste sogenannten Robotaxi-Verkehre sind auch für deutsche und europäische Städte angekündigt.

Während Robotaxis privatwirtschaftlich betrieben werden und in der Regel eine Buchung eine Fahrt bedeutet, bündelt ein autonomes ÖPNV-Fahrzeug Fahrgäste mehrerer Buchungen und ist mit anderen Verkehrsmitteln wie Zug und Bus in einem Gesamtsystem integriert.

Zielsetzung der Studie

Die Studie soll einen Beitrag zur Beantwortung der Frage leisten, wie die Technologie des Autonomen Fahrens in Deutschland eingesetzt werden kann, sodass alle Menschen davon profitieren und ein hoher gesellschaftlicher Nutzen entsteht.

Szenarien

Die Studie arbeitet mit drei Szenarien. Sie sollen die Einsatzmöglichkeiten autonomer Fahrzeuge im Personennahverkehr skizzieren. Die Szenarien sind so gewählt, dass sie den grundsätzlichen Effekt einer bestimmten Entwicklung verdeutlichen. Die bewusste Differenzierung der Szenarien dient zum Verständnis und zur Bewertung möglicher Entwicklungspfade.

Die Szenarien zeigen jeweils einen neu eingeschwungenen Zustand im Jahr 2045, nach einer vollständigen Etablierung der Technologie. Sie betrachten die alltägliche Mobilität: Die Menschen sind zu Fuß, mit dem Fahrrad, dem Pkw oder dem öffentlichen Verkehr zum Beispiel als Berufspendler, in der Freizeit oder zum Einkaufen unterwegs.

Für die Szenarien wurde eine Verkehrsanalyse durchgeführt, bei der ein verändertes Mobilitätsangebot in einer repräsentativen Beispielregion detailliert ausgeplant wurde. Für jeden Weg der Menschen in der Beispielregion wurde die individuelle Verkehrsmittelwahl aufgrund von Entscheidungskriterien wie Kosten, Reisezeit und sozioökonomischen Eigenschaften wie Gehalt oder Bildungsniveau simuliert. Anschließend wurden die Ergebnisse auf ganz Deutschland hochgerechnet.

Das Basis-Szenario

Im Basis-Szenario werden die von der öffentlichen Hand organisierten Linienbusverkehre im Jahr 2045 vollständig autonom betrieben. Autonome Ride-Hailing-Dienste wie Robotaxis sind bewusst nicht Teil dieses Szenarios, um die Wirkung der Autonomisierung des klassischen ÖPNV untersuchen zu können. On-Demand-Verkehre im ÖPNV werden wie heute nur selten eingesetzt.

Das Basis-Szenario verdeutlicht das erhebliche Potenzial autonomen Fahrens für den ÖPNV: Durch autonome Fahrzeuge könnte das Linienbusangebot um 23 Prozent zusätzliche Fahrzeugkilometer gesteigert werden, während gleichzeitig 14 Prozent der heutigen Betriebskosten eingespart werden könnten.

Noch größer wäre dieses Effizienzpotenzial bei einem Einsatz autonomer Fahrzeuge im Rahmen von On-Demand-Verkehren, die insbesondere in ländlichen Räumen für die Flächenerosion entscheidend sind. Hier könnten die Betriebskosten durch eine Automatisierung um bis zu 50 Prozent sinken.

Gleichzeitig zeigt das Basis-Szenario, dass es nur zu einer geringen Nutzungssteigerung führt, wenn sich bei einem moderaten Ausbau des Mobilitätsangebots die Wartezeiten und Reisezeitaufschläge gegenüber dem Pkw im Vergleich zu heute kaum verbessern.

Die Erkenntnis hieraus: Autonomes Fahren kann den ÖPNV deutlich effizienter machen und zentrale Herausforderungen lösen – von knappen Finanzmitteln bis zu Personalmangel. Wird die Technologie jedoch nur zur Automatisierung des bestehenden Angebots eingesetzt, bleiben die Schwächen des heutigen Mobilitätssystems bestehen und das volle Potenzial autonomer Systeme für Effizienz, Attraktivität und flächendeckende Versorgung wird nicht ausgeschöpft.

Das Wettbewerb-Szenario

Das Wettbewerb-Szenario baut auf dem Basis-Szenario auf und ergänzt dieses um ein zusätzliches Mobilitätsangebot: privatwirtschaftlich betriebene Robotaxis. Diese sind 2045 nicht in den bestehenden ÖPNV integriert, sondern treten als separates, paralleles System auf. Die Robotaxis bieten fahrerlose Tür-zu-Tür-Verbindungen an, werden über separate Apps gebucht und sind kein Bestandteil der kommunalen Verkehrsplanung.

Das Wettbewerb-Szenario zeigt: Würde autonomes Fahren im privatwirtschaftlichen Wettbewerb und ohne Integration in ein Gesamtsystem eingeführt, käme es zwar zu punktuellen Verbesserungen der Angebotsqualität, insgesamt würden jedoch die negativen Effekte überwiegen.

Günstige Preise und hohe Bequemlichkeit würden dazu führen, dass Fußgängerinnen und Fußgänger, Radfahrende sowie Zugnutzende in den motorisierten Straßenverkehr wechseln. Auch Busnutzende und Pkw-Fahrende könnten von den flexibleren Angeboten angelockt werden. Unter diesen Voraussetzungen würde die Straßenverkehrsbelastung um bis zu 40 Prozent in den Metropolen steigen, wodurch die Straßeninfrastruktur massiv überlastet wäre.

Im ländlichen Raum gäbe es dagegen kaum Angebotsverbesserungen. Da privatwirtschaftliche Anbieter gewinnorientiert agieren, würden Robotaxi-Angebote nur dort entstehen, wo eine höhere Einwohnerdichte ein profitables Geschäft erlaubt.

Der Eindruck, privatwirtschaftliche Robotaxis würden das bestehende Angebot erweitern, ohne dass die öffentliche Hand zusätzliche Mittel in den ÖPNV steckt, trügt: Wird Verkehr in Richtung nicht-integrierter Robotaxi-Angebote verschoben, verliert der ÖPNV Fahrgäste und damit Einnahmen. Das Gesamtsystem würde geschwächt; in der Folge wären mehr staatliche Zuschüsse erforderlich. Der jährliche öffentliche Finanzierungsbedarf für den ÖPNV läge dadurch um bis zu 8 Milliarden Euro höher und die gesamtgesellschaftlichen Mobilitätsausgaben wären um bis zu 50 Milliarden Euro höher als in alternativen Szenarien.

Die beschriebenen Effekte wären bei zunächst kleinen Flotten von Robotaxis kaum sichtbar. Mit wachsender Kundennachfrage und sinkenden Preisen würden die Flotten ausgeweitet und die beschriebenen negativen Folgen spürbar. Eine später notwendige Regulierung wäre politisch schwierig, da man sie gegen die Interessen eines bis dahin etablierten Robotaxi-Markt und seiner Nutzenden durchsetzen müsste.

Fazit: Deutschland und Europa brauchen ein eigenes Konzept für autonomes Fahren, das die Kapazitäten der Straßeninfrastruktur und die Beschaffenheit des deutschen Mobilitätssystems berücksichtigt.

Das Daseinsvorsorge-Szenario

Das Daseinsvorsorge-Szenario beschreibt eine umfassende Neuausrichtung der öffentlichen Mobilität. Im Mittelpunkt steht die Frage, wie autonome Fahrzeuge so eingesetzt werden können, dass sie den größtmöglichen Nutzen für Gesellschaft und Wirtschaft entfalten – etwa in Form von mehr Bewegungsfreiheit, Lebensqualität, Standortattraktivität und einer gestärkten Wirtschaftskraft.

Im Szenario wird der straßengebundene ÖPNV grundlegend weiterentwickelt und durch autonome Fahrzeuge deutlich leistungsfähiger. Der Ausbau des Angebots hebt den ÖPNV auf ein völlig neues Niveau in Bezug auf Erreichbarkeit, Wartezeiten, Taktung und Reisezeit. Dazu wird das heutige Linienbusnetz durch neue Linienführungen beschleunigt und mit einem flächendeckenden On-Demand-Angebot ergänzt. Linienbusse und On-Demand-Angebote fahren im ÖPNV 2045 – wie auch im Basis- und Wettbewerb-Szenario – autonom.

Im Daseinsvorsorge-Szenario entsteht so ein neues Qualitätsniveau im ÖPNV: Die durchschnittlichen Wartezeiten von Mobilitätswunsch bis Einstieg liegen in Metropolen bei durchschnittlich nur 5 Minuten und auch im ländlichen Raum bei nur 13 Minuten. Die Wartezeiten konnten somit spürbar gesenkt werden, im ländlichen Raum sogar um 50 Prozent im Vergleich zum Status quo. Die Reisezeiten entsprechen nahezu denen des Pkw und wären in Metropolen sogar durchschnittlich kürzer. Zum Vergleich: Im Status quo brauchen Fahrgäste des ÖPNV im ländlichen Raum für dieselbe Fahrt mehr als doppelt so lange wie mit dem Pkw. Die Menschen würden dieses Mobilitätsangebot im Szenario nutzen, wodurch sich der ÖPNV-Anteil am Modal Split mehr als verdoppeln würde.

Eine weiterentwickelte Tarifstruktur soll sicherstellen, dass der stark ausgebaute ÖPNV mit autonomen Fahrzeugen dauerhaft finanzierbar bleibt. Wenn autonome Fahrzeuge für ein flächendeckendes und integriertes Mobilitätssystem eingesetzt werden, entsteht echte Wahlfreiheit. Menschen könnten sich in Städten wie auf dem Land jederzeit zwischen einem attraktiven ÖPNV und dem Pkw entscheiden. Aufgrund dieser Wahlfreiheit wird angenommen, dass die tatsächlichen Kosten des Pkw bewusster wahrgenommen und somit auch stärker bei der Verkehrsmittelwahl berücksichtigt werden.

Für die Gesellschaft wäre der potenzielle Gewinn enorm: Die Straßenverkehrsbelastung würde in Städten und Metropolen um bis zu 11 Prozent sinken. Autofahrende würden 2045 beim Umstieg in den ÖPNV durchschnittlich rund 170 Euro pro Monat sparen. Gleichzeitig könnte die öffentliche Hand ihre Zuschüsse zum ÖPNV trotz massiv ausgebautem Angebot um 20 Prozent reduzieren. Dies wird durch technologische Effizienzgewinne und stärkere Nutzerfinanzierung ermöglicht. Besonders in ländlichen Regionen würden Attraktivität und Lebensqualität deutlich steigen; eine Abwanderung in Städte könnte sich erstmals sogar umkehren – etwa 3 Millionen Menschen würden wieder in ländliche Räume ziehen.

Auch wirtschaftlich wäre das Szenario vorteilhaft: Notwendig wären knapp 1 Million autonome Shuttles und Busse. Obwohl der Pkw-Bestand um 25 Prozent sinken würde, könnten die Neuverkäufe der deutschen Automobilindustrie weitgehend stabil bleiben, da die Flottenfahrzeuge aufgrund ihrer höheren Fahrleistung eine deutlich geringere Nutzungsdauer haben. Voraussetzung ist, dass die deutschen Hersteller die erforderlichen Level-4-Fahrzeuge für dieses System liefern. Insgesamt würde durch den autonomen ÖPNV ein 74 Milliarden Euro Markt für KI- und digital-gestützte Produkte und Dienstleistungen entstehen.

Zudem würde ein solches System privatwirtschaftliche Robotaxi-Anbieter nicht ausschließen. Auch sie könnten Teil eines integrierten Gesamtsystems sein.

Insgesamt zeigt das Daseinsvorsorge-Szenario: Autonomes Fahren entfaltet seinen vollen gesellschaftlichen Nutzen nur als Teil eines integrierten Mobilitätssystems. Es liefert damit einen konkreten Ansatzpunkt für die Ausgestaltung eines zukunftsfähigen europäischen Mobilitätssystems im Sinne einer modernen, umfassenden Daseinsvorsorge.

Fazit und Ausblick

Autonomes Fahren macht den ÖPNV attraktiver und überall in Deutschland erschwinglich. Heute haben 14 Prozent der Menschen ein attraktives ÖPNV-Angebot. Mit dem richtigen Einsatz autonomer Fahrzeuge könnte dies zukünftig für alle Menschen gelten. Das bedeutet konkret: Bis zum Einsteigen in das Fahrzeug würden 5-13 Minuten vergehen. Die Reisezeiten wären ähnlich wie im Privatauto.

Gleichzeitig könnten Fahrgäste, die vom eigenen Auto auf den ÖPNV umsteigen rund 170 Euro monatlich sparen. Die öffentliche Hand würde den ÖPNV im Vergleich zu heute mit 20 Prozent weniger Geld finanzieren müssen. Außerdem könnte die Wirtschaft einen 74 Milliarden Euro Markt für KI- und digital-gestützte Produkte und Dienstleistungen erschließen.

Damit dies Realität werden kann, braucht Deutschland ein klares Zielbild für das Mobilitätssystem der Zukunft und zugleich konkrete Schritte in der Gegenwart.

Die Studie macht deutlich: Autonomes Fahren entfaltet seinen Nutzen nur, wenn technologische Entwicklung, politische Steuerung und Marktgestaltung auf ein integriertes Mobilitätssystem ausgerichtet werden. Ein Mobilitätsangebot, wie im Daseinsvorsorge-Szenario, sollte als nächster Schritt gemeinsam mit den Menschen vor Ort entwickelt werden. Modellregionen für autonomes Fahren können dabei eine Schlüsselrolle spielen, um solche Systeme unter realen Bedingungen zu erproben, Planungssicherheit für Industrie und öffentliche Akteure zu schaffen, sowie belastbare Erkenntnisse für einen späteren bundesweiten Roll-out zu gewinnen. Auf dieser Basis kann autonomes Fahren schrittweise zum tragenden Bestandteil eines zukunftsfähigen Mobilitätssystems werden.

Die komplette Studie kann [hier](#) heruntergeladen werden:

