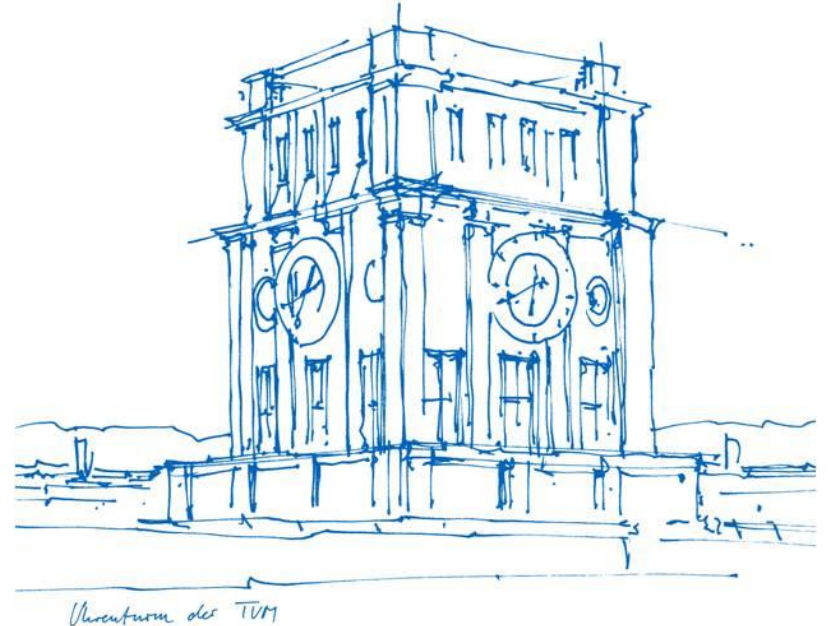


Automatisierung im (straßengebundenen) ÖPNV, eine Chance für das Angebot im ländlichen Raum?

Digitalisierung@Land | Potenziale und Herausforderungen
für ländliche Räume

23. und 24. März 2022

Ulrich Glöckl

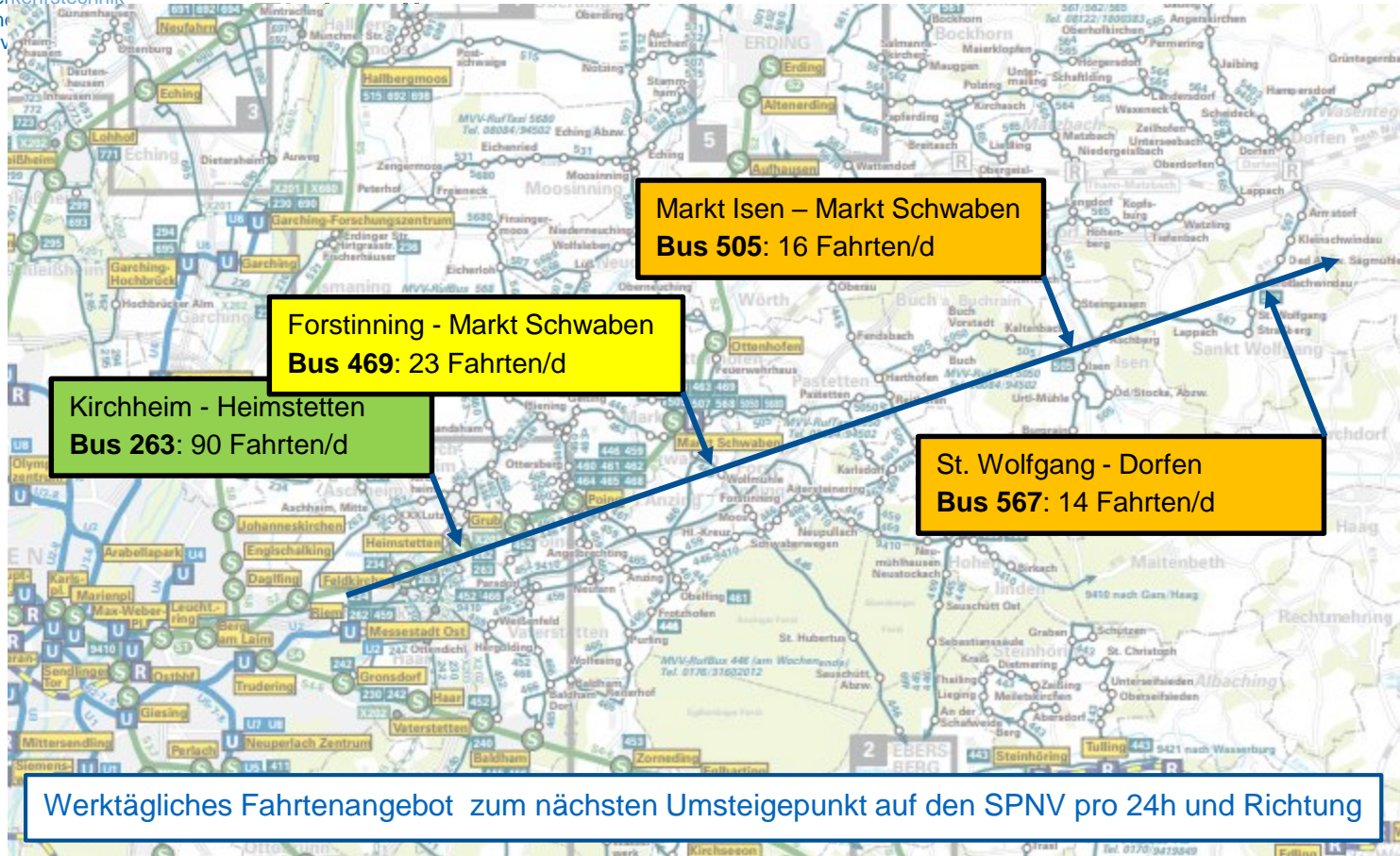


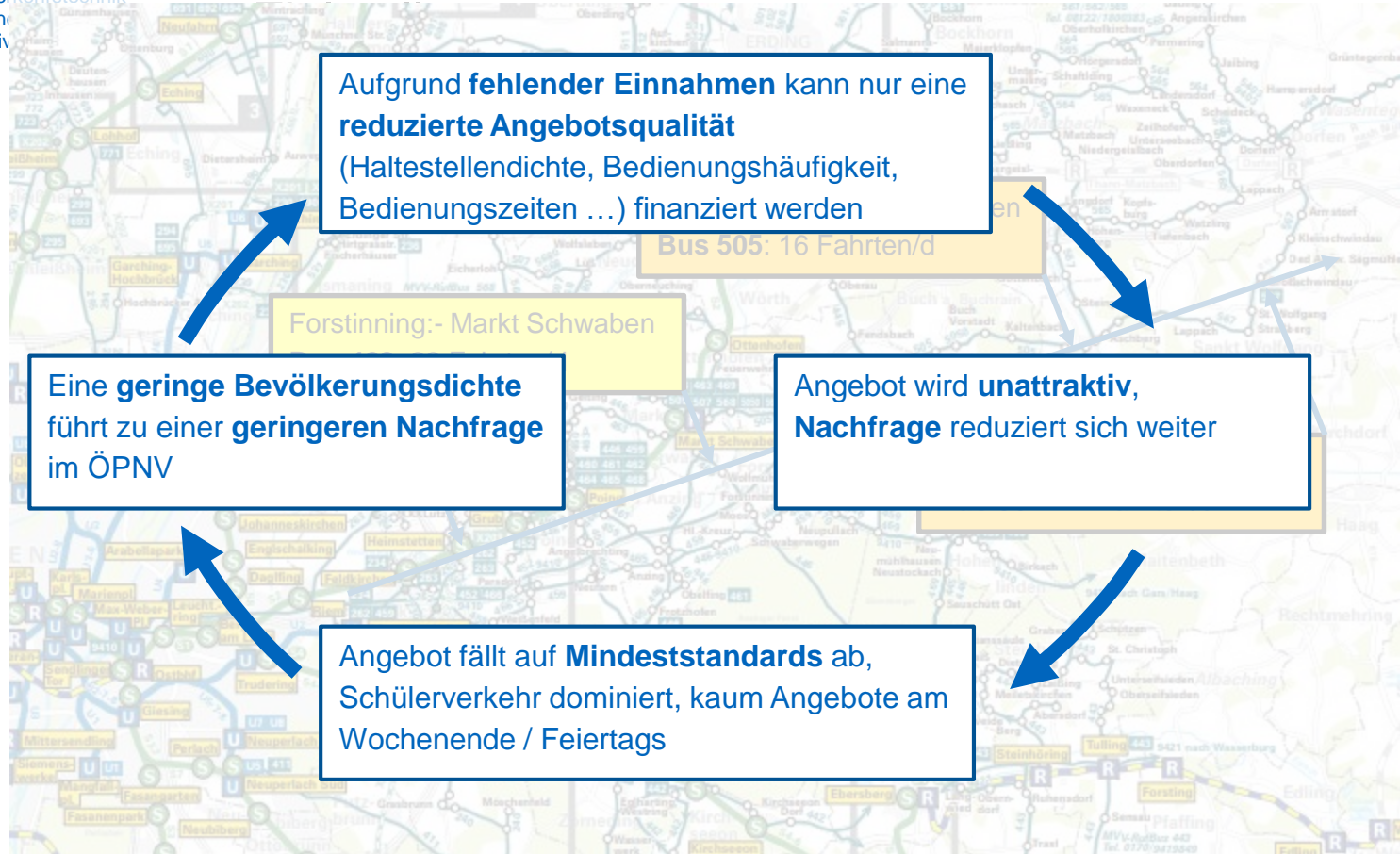
- Wo ist das Problem?
 - Strategien für den ländlichen Raum
 - Beispiel für On-Demand-Angebote
 - Software für Fahrgast und Betreiber
 - Automatisierte und vernetzte Fahrzeuge
 - Tests im ÖPNV
 - Infrastrukturunterstützung
-
- Automatisierung im (straßengebundenen) ÖPNV, eine Chance für das Angebot im ländlichen Raum?
(Zusammenfassung und Fazit)

Wo ist das Problem?



Quelle: picture alliance / photothek / Florian Gaertner





Wo ist das Problem?

Mindeststandards gemäß Leitlinie zur Nahverkehrsplanung in Bayern
→ **Daseinsvorsorge** für auf den ÖPNV angewiesene Bürger*Innen

Tabelle 9: Anzustrebende Bedienhäufigkeiten im ÖPNV für den ländlichen Raum

Fahrtenpaare je Werktag	HVZ	NVZ	SVZ	
Über 3.000 Einwohner	12	6	3	21
bis 3.000 Einwohner	6	4	2	12
Bis 1.000 Einwohner	4	2	1	7

Quelle: Nahverkehrsplan LK Freising, MVV Consulting, 2019
HVZ = Hauptverkehrszeit, NVZ = Nebenverkehrszeit, SVZ = Schwachverkehrszeit

Wo ist das Problem?

Nachfrage konzentriert auf z.B.

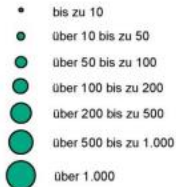
- Wohn- / Arbeitsplatzschwerpunkte
- Schulstandorte
- Einzelhandels-/ Freizeitzentren
- Zugangspunkte zum SPNV

0 1 2 4 6 8 10
Kilometer

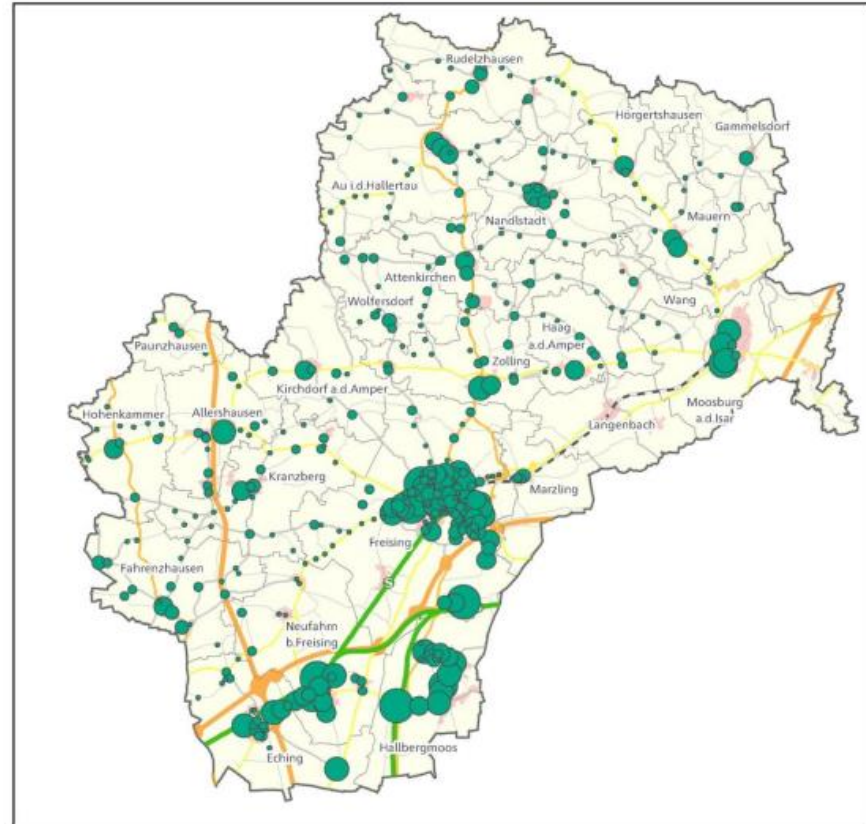


Datengrundlage:
MVV, Reale Ertragskraft 2015

Anzahl der Ein-/Aussteiger pro Werktag



Haltestellenbelastungen im Regionalbusverkehr Landkreis Freising



Strategien



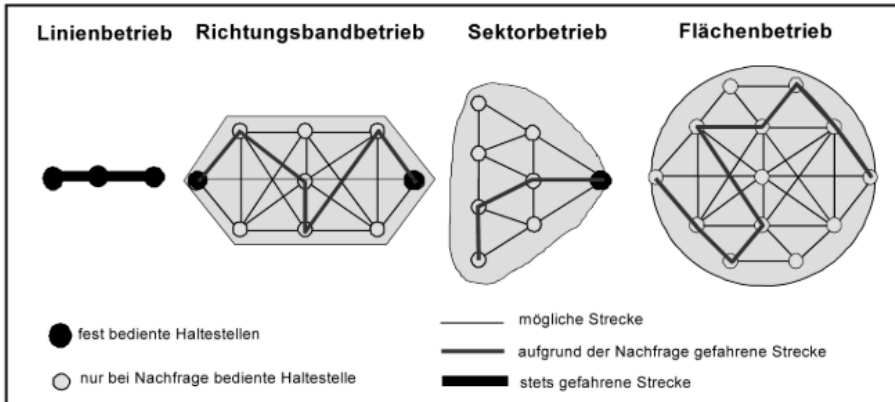
Quelle: Das MVV-
RufTaxi stellt sich vor
| Landratsamt
Fürstenfeldbruck (Ira-
ffb.de)

Gibt es für den ländlichen Raum erfolgversprechende Strategien, die unabhängig vom Einsatz autonomer Fahrzeuge sind?

Strategien

Ansätze sind bekannt und unabhängig von der Notwendigkeit eines Fahrers/ einer Fahrerin:

- **Flexibilisierung des Angebots**, um auf **schwache Nachfrage effizient** reagieren zu können
- mit/ohne Fahrplan
- mit/ohne Fahrtrichtung



Quelle: KIRCHHOFF & TSAKARESTOS, *Planung des ÖPNV in ländlichen Räumen*, 2007



Quelle: Intraplan Consult GmbH, BMVI (Hrsg.), 2016

Hierarchisierung des Angebots im ÖPNV

Netz 1. Grades

- Relativ hohe Nachfrage
- i.d.R. Linienbetrieb

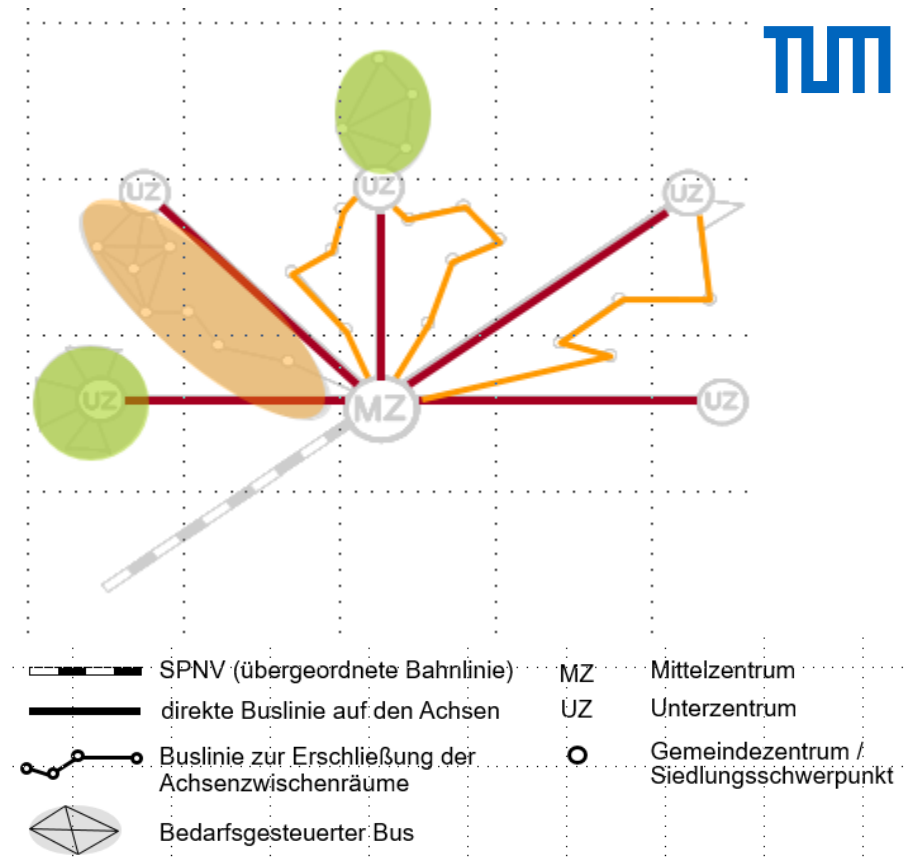
Netz 2. Grades (bedarfsgesteuert)

- Erschließung der Achsenzwischenräume
- Geringere Nachfrage / ggf. höher zu HVZ
- Linien-/Richtungsbandbetrieb

Netz 3. Grades (bedarfsgesteuert)

- Innergemeindliche Erschließung
- geringe Nachfrage in der Fläche
- Sektorbetrieb / Flächenbetrieb

→ Die diversen Angebotshierarchien sind zu **verknüpfen: räumlich** (an Mobilitätsknoten) und **zeitlich** (Minimierung der Übergangszeiten)



Quelle: TUM, Vorlesung ÖPNV Planung im ländlichen Raum

Wie sieht Verkehrswende im ländlichen Raum aus?

... „Für die Randzeiten und die Versorgung der **„Achsenzwischenräume“** bedarf es daher ergänzender Lösungen, etwa durch Vernetzung des ÖPNV mit dem Rad, durch gesteuerte flexible Einbeziehung gewerblicher und privater Mitnahmemöglichkeiten und **insbesondere bedarfsgesteuerter On-Demand-Verkehre.**“ ...



Quelle: Reinhard Sager, Präsident des Deutschen Landkreistags, in: Verkehrswende gestalten - Gutachten über die Finanzierung von Leistungskosten der Mobilität, Roland Berger/Intraplan/Florenus, im Auftrag des VDV, 2021

Aufnahme von **Fahrtwünschen** ist der Kern bedarfsgesteuerter Betriebsformen → „**On-Demand-Verkehr**“

- Ein großes Gefäß wird dabei meist durch mehrere (z.B. 3 bis 4) kleine, flexibel verkehrende Fahrzeuge ersetzt.
- Die Sitzplatzkapazität der kleinen Fahrzeuge beträgt typisch 6 bis 9 Plätze.
- Die Betriebssteuerung erfolgt durch eine spezialisierte Software
- Gebucht (und bezahlt) wird typischerweise über eine App
- Preise können je nach Auslastungsgrad, Tageszeit und Entfernung variieren.

Wie sieht Verkehrswende im ländlichen Raum aus?

... „Für die Randzeiten und die Versorgung der „**Achsenzwischenräume**“ bedarf es daher ergänzender Lösungen, etwa durch Vernetzung des ÖPNV mit dem Rad, durch gesteuerte flexible Einbeziehung gewerblicher und privater Mitnahmemöglichkeiten und **insbesondere bedarfsgesteuerter On-Demand-Verkehre.**“ ...

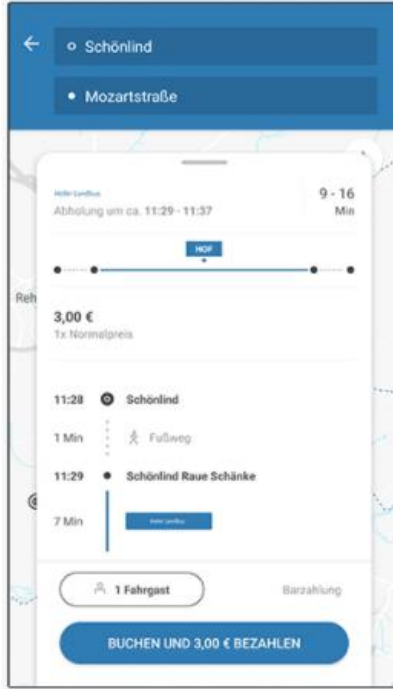


Quelle: Reinhard Sager, Präsident des Deutschen Landkreistags, in: Verkehrswende gestalten - Gutachten über die Finanzierung von Leistungskosten der Mobilität, Roland Berger/Intraplan/Florenus, im Auftrag des VDV, 2021

Beispiel für On-Demand-Angebote

Hofer LandBus

- Derzeit Gemeinden Rehau und Regnitzlosau, wird erweitert
- 170 Haltestellen
- Buchung über App und telefonisch, Bezahlung beim Fahrer
- Fahrtkosten pauschal 3 EUR
- Keine betriebliche / tarifliche Integration in den ÖPNV
- Konzession als Linienverkehr nach PBefG
- 240.000 EUR p.a. (50% vom Freistaat Bayern)



Mit dem Hofer LandBus ist es uns gelungen, ein Pilotprojekt an den Start zu bringen, das in Sachen Mobilität im ländlichen Raum völlig neue Wege geht. Der Hofer LandBus verbessert das Angebot im öffentlichen Nahverkehr und bietet dabei dem Nutzer maximale Flexibilität – ein guter Schritt hin zu einer neuen Mobilität im öffentlichen Raum.

Landrat Dr. Oliver Bär
Landkreis Hof

Quelle: door2door.de

Quelle: hofer-landbus.de, landkreis-hof.de

On-Demand-Dienstleister

Für die Software für:

- Nutzerschnittstelle für den **Fahrgast** (Buchung, Bezahlung)
- **Multimodale Routenplanung**
- Abwicklung der **Betriebssteuerung**
- Koordination der Fahrtwünsche, Routing, Abrechnung
- Schnittstelle für die **Fahrer**

gibt es zahlreiche Anbieter mit erfolgreichen Referenzprojekten als Leistungsnachweis.

Auch bei TUM-VT wird ein Framework zur Flottensimulation („FleetPy“) für Forschung von Ridepoolingbetriebsformen eingesetzt (z.B. MOIA Begleitforschung, UnterschleißheimShuttle ...)



Quelle: Rödl & Partner, Dienstleister für On-Demand-Mobilität, Stand 2020

Automatisierte und vernetzte Fahrzeuge



**Die Treiber des automatisierten und vernetzten Fahrens finden sich für öffentlich zugängliche Verkehrsangebote im verdichteten Raum.
Was bedeutet das für das Land?**

Treiber

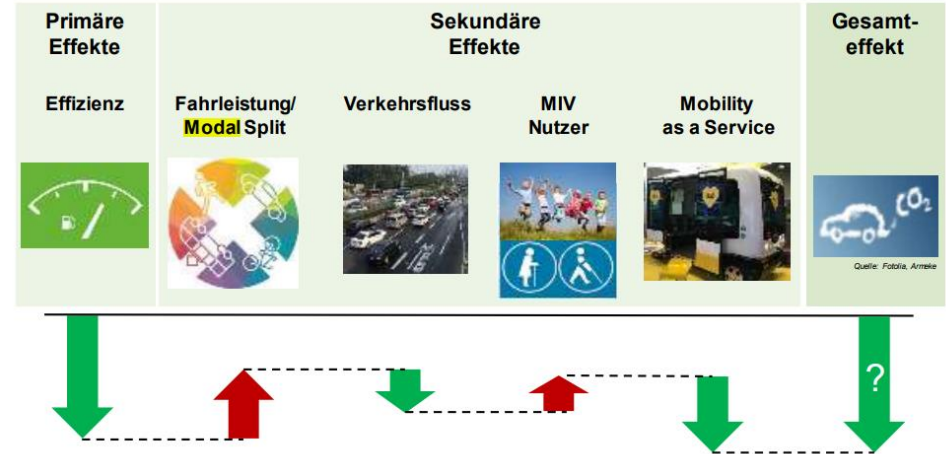
- Erhöhte **Teilhabe, Komfort und Sicherheit** als übergeordnete Treiber der Entwicklung von automatisierten und vernetzten Fahrzeugen (MIV und ÖV),
- **Reduktion der Betriebskosten** (ÖV)
- Die **Entwicklung hin zu autonomen Fahrzeuge ist unaufhaltsam**, es geht jetzt darum, sie gesamtgesellschaftlich und hinsichtlich der Wirkungen auf die Lebensgrundlagen zu einem Optimum zu führen.



Quelle: <https://www.adac.de/rund-ums-fahrzeug/ausstattung-technik-zubehoer/autonomes-fahren/>

Positive Effekte der Automatisierung (Kosten, Komfort, Effizienz) können **zur Verlagerung auf den MIV führen, selbst wenn parallel gleichzeitig der ÖV automatisiert wird.**

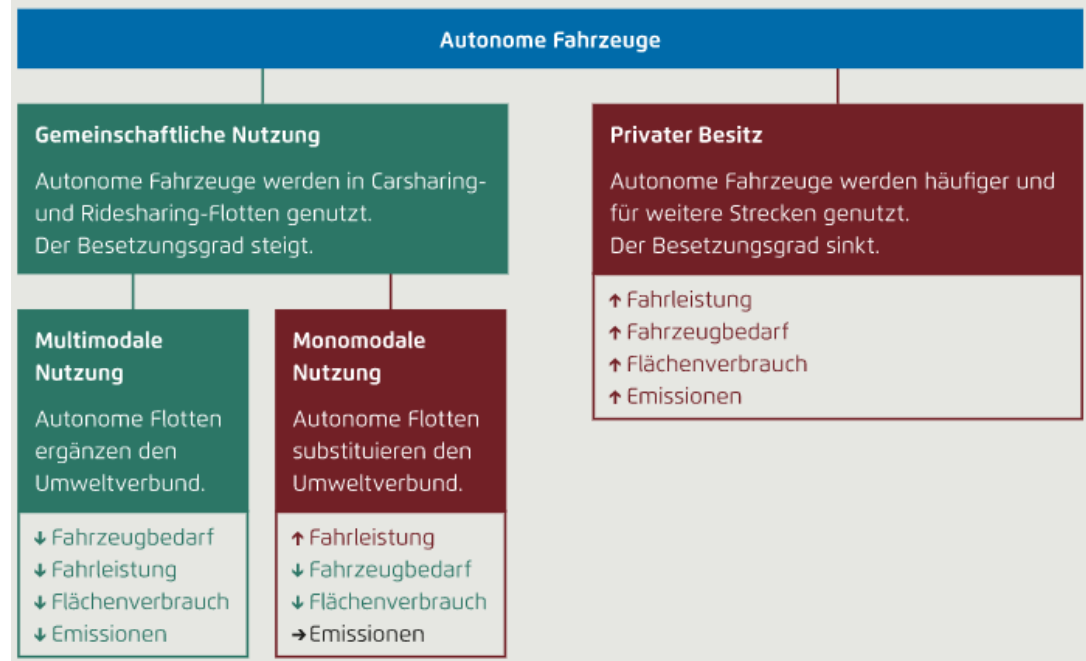
- **Regulatorische / steuernde Maßnahmen notwendig** zur Verknüpfung und Vernetzung mit neuen und geteilten Mobilitätsdienstleistungen, um eine Verlagerung vom ÖPNV zum MIV zu verhindern
- **Nachhaltige Stadt- und Verkehrsplanung**



Quelle: Fraunhofer ISI et.al., Energie- und Treibhausgaswirkungen des automatisierten und vernetzten Fahrens im Straßenverkehr, 2019

Auch für den ländlichen Raum gilt: Die Einführung autonomer Fahrzeuge trägt nur dann im positiven Sinne zur Verkehrswende bei, wenn sie der **Vermeidung von Verkehr und Verkehrsfolgen** dient, wie z.B.:

- **Reduktion der Fahrleistung** durch Steigerung des **Besetzungsgrades** [Pers/Fahrzeug]
- **Minimierung der Menge der benötigten Energie, die für den Transport von Personen aufzuwenden ist**



Quelle: <https://www.agora-verkehrswende.de/12-thesen/autonome-fahrzeuge-werden-gemeinschaftlich-genutzt/>

Auch für den ländlichen Raum gilt: Die Einführung autonomer Fahrzeuge trägt nur dann im positiven Sinne zur

Verkehrswende bei, wenn sie der **Vermeidung von Verkehr und Verkehrsfolgen** dient,

wie z.B.:

- **Reduktion der Fahrleistung** durch Steigerung des **Besetzungsgrades** [Pers/Fahrzeug]
- **Minimierung der Menge der benötigten Energie, die für den Transport von Personen aufzuwenden ist**

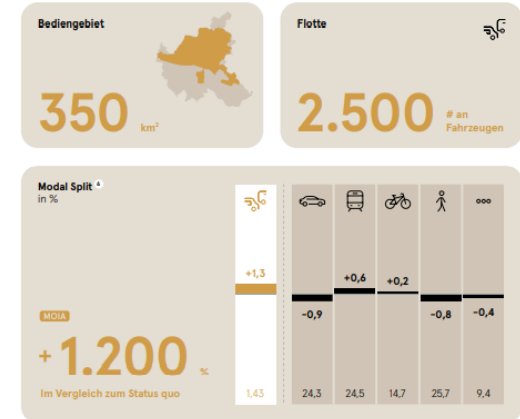


Quelle: <https://www.agora-verkehrswende.de/12-thesen/autonome-fahrzeuge-werden-gemeinschaftlich-genutzt/> (ergänzt)

MOIA (Volkswagen AG)

On-Demand-Ridepooling Dienst in Hamburg und Hannover

- Ca. 500 BEV
 - Buchung über App, flexible Preisbildung
 - → Untersuchung der Wirkungen von Expansions Szenarien im Rahmen der Begleitforschung (KIT und TUM-VT)
 - Besetzungsgrade zwischen 1,33 (Status Quo) und 1,83 [Pers/Fzg.] (Maximalszenario)
 - **ÖV-Pull und MIV-Push-Maßnahmen Teil der Szenarien**
 - Bedienegebiete im verdichteten Großraum Hamburg
- „→ MOIA Ridepooling ergänzt den ÖV und bietet eine attraktive Alternative zum Privat-Pkw“**



Quelle: KIT/TUM-VT, Ridepooling in der Modellierung des Gesamtverkehrs, Methodenbericht zur Begleitforschung, 2021
https://www.moia.io/news-center/downloads/211207_MOIA_Ergebnisbericht_Begleitforschung.pdf

MOIA (Volkswagen AG)

Einsatz automatisierter Fahrzeuge ist
Bedingung und Bestandteil der
Expansionsszenarien

- Ab Szenario D (von A bis E)
- Halbierung der Kosten
- Einsatz rund um die Uhr

Fahrzeug ID.Buzz / ARGO
Testfahrten ab 2025



Quelle: https://www.moia.io/pressemedlungen/210915_Auftakt%20autonomes%20Ridepooling%20in%20Hamburg.jpg

Sixt / Mobileye

Pilotphase für autonomen
Ride-Hailing-Dienst voraussichtlich
2022 in München
Buchung über Moovit / SIXT-App



Quelle: <https://www.sixt.de/magazine/news/robotaxi-mobileye-sixt/>

Sixt / Mobileye

Pilotphase für autonomen
Ride-Hailing-Dienst voraussichtlich
2022 in München
Buchung über Moovit / SIXT-App




... die ersten großen Unternehmen bringen sich im urbanen Raum mit seinen hoch attraktiven Marktchancen mit automatisierten Fahrzeugen in Stellung.

... und was machen die öffentlichen Aufgabenträger bzw. die Verkehrsunternehmen des ÖPNV?

Quelle: <https://www.sixt.de/magazine/news/robotaxi-mobileye-sixt/>

Tests autonomer ShuttleBusse im ÖPNV

<p>Bad Birnbach</p> <ul style="list-style-type: none">• Anbindung des Kurzentrums an den Bahnhof• Erste Liniengenehmigung in Deutschland 2017	<ul style="list-style-type: none">• easyMILE EZ10• bis zu 15 Personen• maximal 15 km/h• „virtuelle Schiene“• Infrastrukturunterstützung über Reduzierung der zul. Höchstgeschwindigkeit	
<p>Landkreis Kelheim</p> <ul style="list-style-type: none">• Kelheim• Donaudurchbruch Weltenburg <p>Nachfolgeprojekt „Kelride“</p> <ul style="list-style-type: none">• „wetterfest“• Integration in On-Demand-Dienst KEXI	<ul style="list-style-type: none">• easyMILE EZ10• bis zu 15 Personen• maximal 18 km/h• „virtuelle Schiene“• Keine Infrastrukturunterstützung	

Quelle: privat

Quelle: LK Kelheim

Tests autonomer ShuttleBusse im ÖPNV

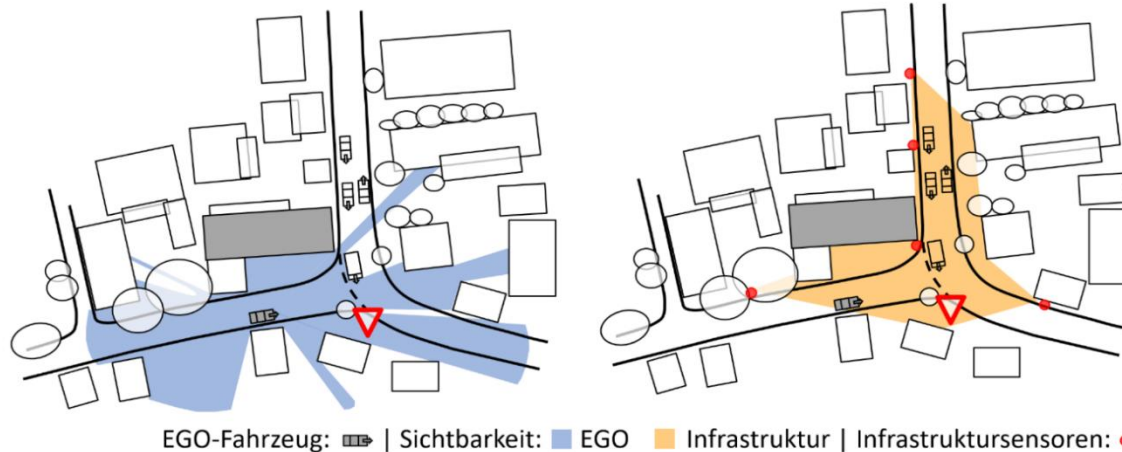
<p>HoferLand</p> <ul style="list-style-type: none">• Einsatz in Hof, Rehau und Coburg• Derzeit eingestellt	<ul style="list-style-type: none">• NAVYA Evo• bis zu 15 Personen• Ca. 25 km/h• „virtuelle Schiene“• Keine Infrastrukturunterstützung	 <p>A small, white, two-wheeled autonomous shuttle bus with a red roof and front trim. It is parked on a cobblestone street in a town square. The bus has 'NAVYA' and 'Hof' branding. A small sign on the front says '100% Hof Abfahrt'. The background shows historic buildings and a church tower.</p>
<p>HEAT Hamburg</p> <ul style="list-style-type: none">• Testbetrieb der Speicherstadt• Projekt abgeschlossen	<ul style="list-style-type: none">• IAV Shuttle• bis zu 10 Personen• maximal 20 bis 25 km/h• „virtueller Fahrschlauch“, kein Überholen mit Nutzung der Gegenfahrbahn möglich.• Infrastrukturkommunikation an Knotenpunkten	 <p>A white, boxy autonomous shuttle bus with a red stripe along the side. It is parked on a paved street next to a modern building with a curved facade. The bus has 'IAV' and 'HOCHBAHN' branding. The background shows a city street with a pedestrian bridge and traffic lights.</p>

Quelle: Stadt Hof

Quelle: Hochbahn HH

Infrastrukturunterstützung


- Die heutige Bordsensorik der Fahrzeuge weist noch Schwächen im Betrieb auf.
- Sensorik in der Infrastruktur können in Verbindung mit Road Side Units (RSU) und Datenübertragungswegen (WLAN, 5G) helfen, Beeinträchtigungen abzumindern



Quelle: Robert Bosch GmbH

Infrastrukturunterstützung

- Die heutige Bordsensorik der Fahrzeuge weist noch Schwächen im Betrieb auf.
- Sensorik in der Infrastruktur können in Verbindung mit Road Side Units (RSU) und Datenübertragungswegen (WLAN, 5G) helfen, Beeinträchtigungen abzumindern



... die Technik der autonomen Busse ist noch nicht ausgereift, ein Realbetrieb noch nicht möglich.

... eine flächendeckende Ausstattung mit Infrastrukturunterstützung ist derzeit nicht vorstellbar (finanzierbar).

... die Ansätze sind jedoch gut, das gilt vor allem für die geplante Integration autonomer Busse in bestehende On-Demand-Betriebsformen (z.B. LK Kelheim)

Quelle: Robert Bosch GmbH

Automatisierung im (straßengebundenen) ÖPNV, eine Chance für das Angebot im ländlichen Raum?



1. Die bekannten **Grundsätze der Verkehrsplanung** bleiben gültig (z.B. Verkehr vermeiden, verlagern, verträglich abwickeln), verkehrsarme Siedlungsentwicklung, Stärkung der Alternativen zum MIV.

Automatisierung im (straßengebundenen) ÖPNV, eine Chance für das Angebot im ländlichen Raum?

1. Die bekannten **Grundsätze der Verkehrsplanung** bleiben gültig (z.B. Verkehr vermeiden, verlagern, verträglich abwickeln), verkehrsarme Siedlungsentwicklung, Stärkung der Alternativen zum MIV.
2. Insbesondere muss hinsichtlich des ÖPNV-Angebotes der eingeschlagene Weg der **Flexibilisierung** weiter verfolgt und die Chancen der **Digitalisierung** genutzt werden (Buchung, Bezahlung über eine App, Multimodales Routing, Sicherstellen von wartezeitarmen Anschlussverbindungen, ...). Dafür ist **flächendeckend schnelles Internet** erforderlich!

Automatisierung im (straßengebundenen) ÖPNV, eine Chance für das Angebot im ländlichen Raum?

1. Die bekannten **Grundsätze der Verkehrsplanung** bleiben gültig (z.B. Verkehr vermeiden, verlagern, verträglich abwickeln), verkehrsarme Siedlungsentwicklung, Stärkung der Alternativen zum MIV.
2. Insbesondere muss hinsichtlich des ÖPNV-Angebotes der eingeschlagene Weg der **Flexibilisierung** weiter verfolgt und die Chancen der **Digitalisierung** genutzt werden (Buchung, Bezahlung über eine App, Multimodales Routing, Sicherstellen von wartezeitarmen Anschlussverbindungen, ...). Dafür ist **flächendeckend schnelles Internet** erforderlich!
3. Durch die **Automatisierung** wird sich **nicht „automatisch“ eine effiziente und emissionsarme Verkehrsmittelnutzung einstellen**, eher im Gegenteil.

Automatisierung im (straßengebundenen) ÖPNV, eine Chance für das Angebot im ländlichen Raum?

1. Die bekannten **Grundsätze der Verkehrsplanung** bleiben gültig (z.B. Verkehr vermeiden, verlagern, verträglich abwickeln), verkehrsarme Siedlungsentwicklung, Stärkung der Alternativen zum MIV.
2. Insbesondere muss hinsichtlich des ÖPNV-Angebotes der eingeschlagene Weg der **Flexibilisierung** weiter verfolgt und die Chancen der **Digitalisierung** genutzt werden (Buchung, Bezahlung über eine App, Multimodales Routing, Sicherstellen von wartezeitarmen Anschlussverbindungen, ...). Dafür ist **flächendeckend schnelles Internet** erforderlich!
3. Durch die **Automatisierung** wird sich **nicht „automatisch“ eine effiziente und emissionsarme Verkehrsmittelnutzung** einstellen, eher im Gegenteil.
4. Die **Chancen der Automatisierung** des ÖPNV bestehen in einer **Senkung der Betriebskosten** (auf ca. die Hälfte).

Automatisierung im (straßengebundenen) ÖPNV, eine Chance für das Angebot im ländlichen Raum?



5. Im Zusammenwirken von **Flexibilisierung, Digitalisierung UND Automatisierung** sollte eine **bessere Angebotsqualität** (mehr Fahrten, längere Bedienzeiten) umgesetzt werden (nicht nur Erlöse gesteigert!).

Automatisierung im (straßengebundenen) ÖPNV, eine Chance für das Angebot im ländlichen Raum?

5. Im Zusammenwirken von **Flexibilisierung, Digitalisierung UND Automatisierung** sollte eine **bessere Angebotsqualität** (mehr Fahrten, längere Bedienzeiten) umgesetzt werden (nicht nur Erlöse gesteigert!).
6. **Konkurrenz durch private Unternehmen** ist im ländlichen Raum kaum zu erwarten, da die potenzielle Nachfrage zu gering ist.

Automatisierung im (straßengebundenen) ÖPNV, eine Chance für das Angebot im ländlichen Raum?

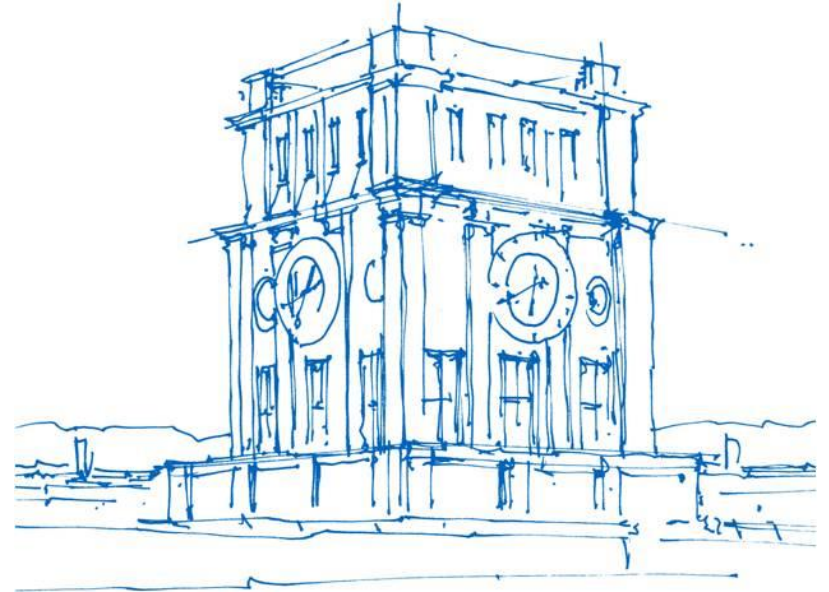
5. Im Zusammenwirken von **Flexibilisierung, Digitalisierung UND Automatisierung** sollte eine **bessere Angebotsqualität** (mehr Fahrten, längere Bedienzeiten) umgesetzt werden (nicht nur Erlöse gesteigert!).
6. **Konkurrenz durch private Unternehmen** ist im ländlichen Raum kaum zu erwarten, da die potenzielle Nachfrage zu gering ist.
7. Die Verantwortung für Planung, Bestellung und Genehmigung des Betriebs sollte bei den **öffentlichen Aufgabenträgern** bleiben.

Automatisierung im (straßengebundenen) ÖPNV, eine Chance für das Angebot im ländlichen Raum?

5. Im Zusammenwirken von **Flexibilisierung, Digitalisierung UND Automatisierung** sollte eine **bessere Angebotsqualität** (mehr Fahrten, längere Bedienzeiten) umgesetzt werden (nicht nur Erlöse gesteigert!).
6. **Konkurrenz durch private Unternehmen** ist im ländlichen Raum kaum zu erwarten, da die potenzielle Nachfrage zu gering ist.
7. Die Verantwortung für Planung, Bestellung und Genehmigung des Betriebs sollte bei den **öffentlichen Aufgabenträgern** bleiben.
8. ÖPNV auf dem Land **wird weiter öffentliches Geld kosten.**

Danke für Ihre Aufmerksamkeit

ulrich.gloeckl@tum.de



Uhrenturm der TUM