

An aerial photograph of a multi-level highway interchange in a city, overlaid with a semi-transparent digital network of white lines and nodes. Several circular icons are scattered across the image: a Wi-Fi symbol, a smartphone, a laptop, a truck, and a coffee cup. A vertical rectangular window in the center shows a bright, sunlit view of a city skyline.

Mobility for
Metropolitan Change
Auf dem Weg zu
einem nachhaltigen
und vernetzten
Mobilitätssystem in
der Metropole Ruhr

V ruhrvalley
sime

Systeminnovationen für Mobilität
und Energie in der Metropole Ruhr
Mobility for Metropolitan Change

Auf dem Weg zu einem
nachhaltigen und vernetzten
Mobilitätssystem in der Metropole Ruhr



Inhaltsverzeichnis

- 05** | ORIENTIERUNG FÜR EIN FUNKTIONSFÄHIGES MOBILITÄTSSYSTEM DER ZUKUNFT
- 06** | DESKRIPTION UND ANALYSE VON SOZIO-CYBER-PHYSISCHEN SYSTEMINNOVATIONEN
- 07** | URBANE MOBILITÄT – STATUS QUO UND ZUKÜNFTIGE ENTWICKLUNGSSZENARIEN
- 10** | MOBILITÄT IN DER METROPOLE RUHR
- 11** | MOTORISIERTER INDIVIDUALVERKEHR - VOM FOSSILEN ZUM ELEKTROMOBILEN VERKEHR
 - 12** | Motorisierter Individualverkehr in der Metropole Ruhr – Eine Region bringt Elektromobilität auf die Straße
 - 13** | E-Autos auf die Straße bringen: Vonovia stellt sich den Anforderungen der Mobilitätswende
 - 15** | Soziale Verantwortung gegenüber der Region als unternehmerischer Antrieb
 - 17** | Mobilitätswende durch Zusammenarbeit –
Wie das Zukunftsnetz Mobilität NRW kommunale Akteure für eine abgestimmte Zielbildung an einen Tisch bringt
 - 19** | Zusammenfassende Überlegungen zum motorisierten Individualverkehr in der Metropole Ruhr
- 20** | RADVERKEHR – BEITRAG DES RADVERKEHRS FÜR DIE MOBILITÄTSWENDE
 - 21** | Radverkehr in der Metropole Ruhr – Modellregion für interkommunalen Radverkehr
 - 22** | Wie das metropolradruhr die Inter- und Multimodalität in der Metropole Ruhr fördert
 - 24** | Zusammenfassende Überlegungen zur Rolle des Bike-Sharings in der Metropole Ruhr
- 25** | ÖFFENTLICHER VERKEHR – WIE LÄSST SICH DER ÖPNV VON MORGEN GESTALTEN?
 - 26** | Öffentlicher Verkehr in der Metropole Ruhr –
Ein wichtiger Pfeiler für eine nachhaltige und vernetzte regionale Mobilität
 - 27** | Mit dem Rhein-Ruhr-Express (RRX) durch die Metropole Ruhr –
Stärkung des Personenschienenverkehrs durch Investition in die Infrastruktur
 - 29** | Vom traditionellen Personenbeförderer zum modernen Mobilitätsdienstleister –
Wie die Duisburger Verkehrsgesellschaft (DVG) mit „myBus“ auf die Anforderungen der Mobilitätswende reagiert
 - 31** | Zusammenfassende Überlegungen zum öffentlichen Personennahverkehr in der Metropole Ruhr
- 32** | GÜTERVERKEHR – ALTERNATIVE ANTRIEBSFORMEN FÜR DEN TRANSPORT
 - 34** | Güterverkehr in der Metropole Ruhr – Wichtiger Logistikstandort für den kombinierten Transport
 - 35** | Der Duisburger Hafen als Vorbild für einen nachhaltigen Binnenhafen
 - 37** | Zusammenfassende Überlegungen zur Rolle des Binnenhafens im Güterverkehr in der Metropole Ruhr
- 38** | AUF DEM WEG ZU EINEM VERNETZTEN MOBILITÄTSSYSTEM IN DER METROPOLE RUHR
 - 39** | Mikromobilität: E-Scooter – vom Kinderspielzeug zum elektromobilen Cityfahrzeug
 - 41** | Zusammenfassende Überlegungen zu der Rolle der Digitalisierung für die Mobilitätswende in der Metropole Ruhr
- 42** | WIDERSTÄNDE AUF DEM WEG ZUR MOBILITÄTSWENDE –
EINFLUSSFAKTOREN, DIE DIE DYNAMIK DES MOBILITÄTSMARKTES HEMMEN
- 44** | QUELLENANGABEN

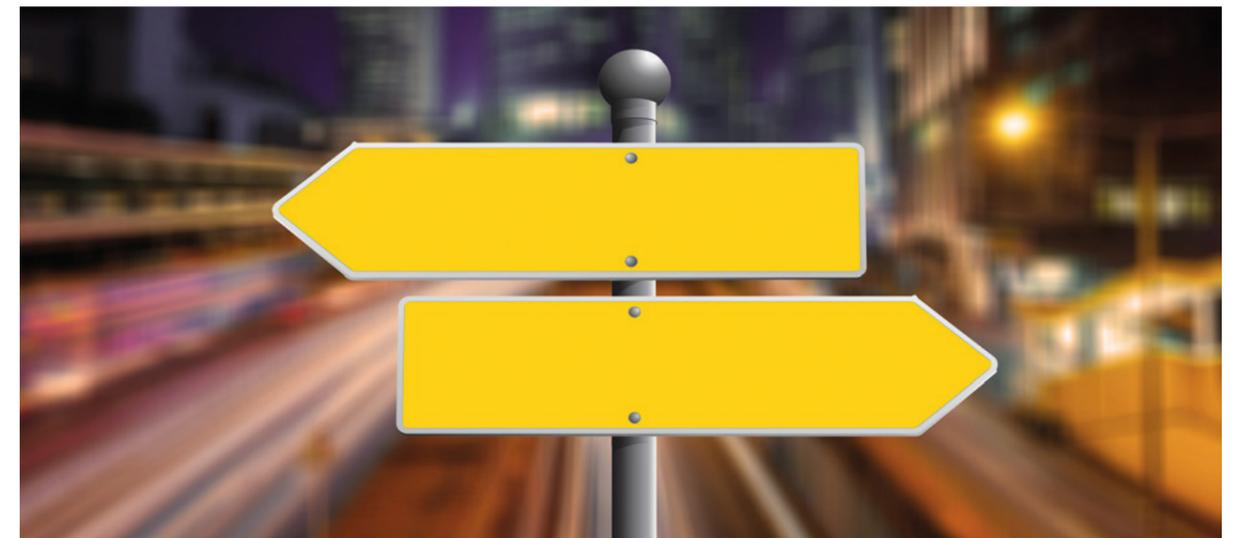
Orientierung für ein funktionsfähiges Mobilitätssystem der Zukunft

Im Rahmen der FH-Impuls-Partnerschaft ruhrvalley wird in verschiedenen Technologie- und Anwendungsbereichen an neuen **Lösungen für die Energieversorgung und Mobilität von morgen** gearbeitet. Unser gemeinsames Ziel ist es dabei, die vielfältigen Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten nicht losgelöst voneinander zu entfalten, sondern jeweils wie Puzzleteile ineinander greifen zu lassen. Dabei liegen – um im Bild zu bleiben – auch bereits eine ganze Reihe von Puzzleteilen für das regionale Energie- und Mobilitätssystem im Ruhrgebiet auf dem Tisch, die mitunter von unterschiedlichen Akteuren entwickelt, erprobt und stellenweise nachhaltig etabliert wurden. Damit die einzelnen Bestandteile zu einem tragfähigen Gesamtsystem werden, bedarf es allerdings der Abstimmung, unter welchen Bedingungen sie funktionsfähig miteinander verbunden werden können.

Für die Umstellung der metropolitanen Mobilität auf ein regeneratives und vernetztes System sind bereits viele gute Ideen vorhanden, allerdings **bleibt die Umsetzung dieser Ansätze noch deutlich hinter den Erwartungen zurück**. Es fehlt bislang eine ganzheitliche Betrachtung des Systems, die berücksichtigt, dass Ideen in ein Umfeld aus ökonomischen, ökologischen und technischen Rahmenbedingungen eingebettet sind, die häufig regionalspezifischen Einflüssen unterliegen und Entwicklungsprozesse maßgeblich beeinflussen. Zunehmend kommen neue regulatorische Anforderungen auf die gesamte Mobilitätswirtschaft zu, die ein

Umdenken notwendig machen. Andere energieintensive Sektoren wie der Strom- und Wärmebereich haben bereits durch verschiedene klimabezogene Maßnahmen eine im Vergleich zum Verkehrssektor deutliche Senkung ihrer Treibhausgasemissionen erzielt. Es stellt sich die Frage, wie der Mobilitätssektor auf die Anforderungen reagieren kann und mit welchen Innovationen und Geschäftsmodellen sich die zukünftige Mobilität in Metropolen gestalten lässt. Im ruhrvalley-Projekt „Systeminnovationen für Mobilität und Energie in der Metropole (SiME)“ verfolgen wir daher einen eigenen, explorativen Forschungs- und Gestaltungsansatz. Für mehrere Innovationsfelder wurden in diesem Zusammenhang Fallstudien mit relevanten Akteuren des regionalen Innovationsgeschehens rekonstruiert, um entsprechende Gestaltungsimpulse zu setzen.

Die vorliegende Broschüre schafft einen Überblick über den aktuellen Stand der metropolitanen Mobilität und betrachtet die zu erwartenden Entwicklungen. Aus Gesprächen mit ausgewiesenen Expertinnen und Experten werden Barrieren auf dem Weg zu einem nachhaltigen und vernetzten Mobilitätssystem in der Metropole Ruhr abgeleitet. Die Erfahrungen und Zukunftsvisionen der Akteure bieten ferner wichtige **Impulse und Orientierung für die Suche nach neuen Innovationsaktivitäten** mit Partnern aus dem ruhrvalley-Verbund.



Deskription und Analyse von sozio-cyber-physischen Systeminnovationen

Insgesamt bleibt die breite Umsetzung von Systeminnovationen im Mobilitätssektor bisher deutlich hinter den Erwartungen zurück. Die Gründe dafür sind vielschichtig, lassen sich jedoch in vielen Fällen darauf zurückführen, dass es nur unzureichend gelingt, die für die spätere Anwendung relevanten Rahmenbedingungen in ausreichendem Maße schon bei der Systemkonzeption und im Entwicklungsprozess zu berücksichtigen. Hierzu zählen neben entwickelten Technologien, die andernorts bereits nutzbar zur Verfügung stehen, auch Marktbedingungen bzw. spezifische Wertschöpfungskonfigurationen am Markt, ökologische und gesellschaftliche Herausforderungen, individuelle Nutzungsgewohnheiten der Anwender sowie der politische und regulatorische Rahmen.

Um einen ganzheitlichen Blick auf solche Innovationen zu ermöglichen, dabei aber die Komplexität auf ein beherrschbares Niveau zu reduzieren, wurde im SiME-Projekt ein systemtheoretischer Bezugsrahmen zur Deskription und Analyse entwickelt. Dieser gründet in Anlehnung an Günther Ropohls Allgemeine Technologie¹ auf der Betrachtung des **Mobilitätssystems als ein sozio-cyber-physisches Handlungssystem** mit drei funktionalen Teilsystemen: (1) Im **Zielsetzungssystem** wird festgelegt, nach welchen Zielen sich das System verhält, welche Abhängigkeiten zwischen den Zielen bestehen und wie bei Zielkonflikten zu entscheiden ist. Das (2) **Informationssystem** vermittelt zwischen dem, was im Zielsetzungssystem als handlungsleitend bestimmt wurde und dem (3) **Ausführungssystem**, das konkrete Handlungen ausführt. Mit diesem Ansatz lassen sich metropolitane Mobilitätssysteme mit ihren funktionalen, strukturalen und hierarchischen Interdependenzen ganzheitlich erfassen.

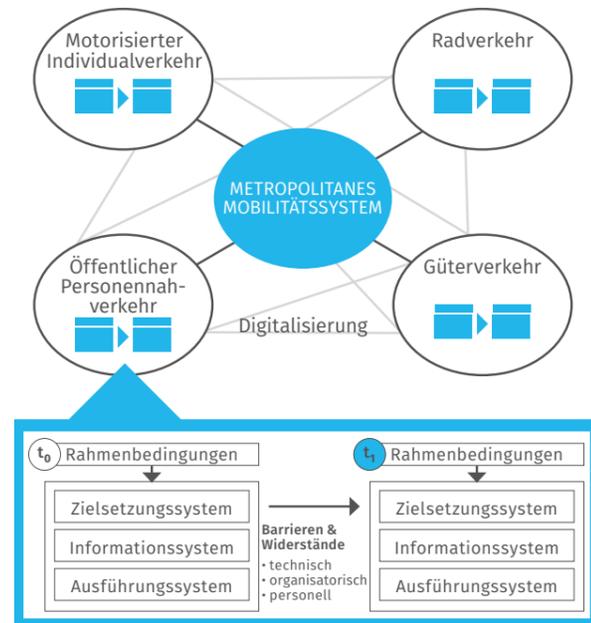


Abb. 1: Untersuchungsfeld (eigene Darstellung)

Für die Metropole Ruhr wurden Fallstudien erstellt, die die Innen-sicht unterschiedlicher Akteure in vier bisher voneinander abgegrenzten Ausführungssystemen darstellen (vgl. Abb. 1). Diese Untersuchungsfelder werden stark von einer Entwicklung beeinflusst, die sich durch alle Bereiche zieht: der Digitalisierung. Dabei ist hervorzuheben, dass die einzelnen Teilsysteme nicht nur berührt, sondern durch die Digitalisierung stärker gekoppelt werden.

Um den Gestaltungsanspruch des Projekt-Ansatzes einzulösen, reicht es allerdings nicht aus, transformierte bzw. zu transformierende (Teil-)Systeme zu modellieren. Dazu ist die Beschäftigung mit den – für Innovationsprozesse konstitutiven – **Barrieren „auf dem Weg dorthin“** und den Möglichkeiten, mit diesen konstruktiv umzugehen, erforderlich. Ein wesentlicher Faktor, um die Hemmnisse erkennen zu können, ist die Betrachtung der vorhandenen Akteurskonstellationen und deren mögliche Verschiebungen. Um die Zusammenhänge besser verstehen zu können, werden Fragen fokussiert, die sich mit den Einflussfaktoren hin zu einem regenerativen und vernetzten Mobilitätssystem beschäftigen.

Durch ein selektives Sampling wurde dabei versucht, viele relevante Perspektiven des Innovationssystems zu berücksichtigen. Die Abbildung 2 veranschaulicht die unterschiedlichen Stakeholder, die maßgeblich für die Entwicklung des metropolitane Mobilitätssystems verantwortlich sind und daher Gestaltungsmöglichkeiten für die Zukunft der Mobilität besitzen.

Urbane Mobilität – Status quo und zukünftige Entwicklungsszenarien

Zur Erreichung der Klimaschutzziele sind eine Reihe von Förderinstrumenten und -projekten ins Leben gerufen worden, die aber als Einzelmaßnahmen jeweils für sich keine adäquate Lösung hin zu einem Umbruch im metropolitane Mobilitätssystem darstellen können. Es gibt nicht den einen „Hebel“ für die Mobilitätswende. Allerdings suggerieren politisch induzierte Anreizsysteme wie zum Beispiel **der Ausbau und die Förderung von E-Ladesäulen oder die Kaufprämien für Elektrofahrzeuge häufig, dass die Diffusion von Elektromobilität einen besonderen Impact** hat. Nach Jahren einer Verengung des Lösungsraums auf batteriegetriebene Mobilitätskonzepte wurde jüngst von der Bundesregierung auch eine nationale Wasserstoffstrategie vorgestellt, die Orientierung für den Einsatz dieser Technologie bieten soll. Dennoch besteht weitestgehend Unklarheit darüber, welcher Pfad zur Dekarbonisierung des Mobilitätssystems am Ende gegangen werden soll. Die Herausforderungen liegen vor allem darin, im Schwerlastbereich effiziente und umweltfreundliche Lösungen zu finden, erneuerbaren Strom für die Elektrifizierung des Mobilitätssektors bedarfsgerecht bereitzustellen und nicht zuletzt die Verkehrsströme zu reduzieren und Mobilität zu verlagern.² Die Mobilitätswende bietet allerdings auch Chancen. Aber wie kann die Mobilität von morgen effektiv und effizienter gestaltet werden? Welche neuen Märkte und Geschäftsmodelle erschlossen werden? Welche Impulse können durch Sektorenkopplung für die Energiewende gesetzt werden? Aktuell dominiert der motorisierte Individualverkehr in Deutschland das Verkehrsgeschehen. Jahrzehntlang wurde dieser begünstigt, weil zum einen autogerechte Siedlungen gebaut und zum

anderen die Verkehrsplanung auf fließenden Autoverkehr ausgerichtet war. Gleichzeitig blieben wichtige Investitionen in den öffentlichen Personenverkehr und Radwege aus, obwohl die Pendlerzahlen kontinuierlich stiegen. Diese Entwicklung begründet auch die derzeitige Vorherrschaft des motorisierten Individualverkehrs im Straßenbild. Unzählige Staukilometer bringen ganze Straßen und Autobahnen zum Erliegen und produzieren einen Verkehrskollaps. Allein in den letzten fünf Jahren hat sich die Staulänge mehr als verdreifacht.³ Der Verkehrsstillstand wiederum sorgt für volkswirtschaftliche Kosten in Milliardenhöhe.⁴ Zugleich werden vor allem in Metropolen und auf viel befahrenen Straßen regelmäßige Grenzwerte für Feinstaub und Lärmbelastung überschritten, worauf die lokale Politik vereinzelt mit Maßnahmen wie Fahrverbote, Umweltsperren oder verkehrsberuhigte Abschnitte reagiert.

Dabei hat die Bundesregierung bereits vor einer Dekade verbindliche Ziele zur Senkung von Treibhausgasen im Verkehr in ihr Regierungsprogramm aufgenommen.⁵ Als wesentliche Triebfeder aller Bemühungen gilt die Reduktion der Erderwärmung auf 1,5°Celsius gegenüber dem vorindustriellen Stand bis zum Jahr 2050.⁶ Die nationalen Klimaschutzziele sehen vor, dass sich der CO₂-Ausstoß im Verkehr bis 2030 um 40-42 % und bis 2050 sogar um 85-90 % verringert.⁷ Für die öffentliche Auftragsvergabe wurde von der Europäischen Kommission die „Clean Vehicles Directive“ verabschiedet, die eine Begrenzung des durchschnittlichen CO₂-Ausstoßes von 95g pro Kilometer für Neuwagen ab August 2021 vorgibt.⁸

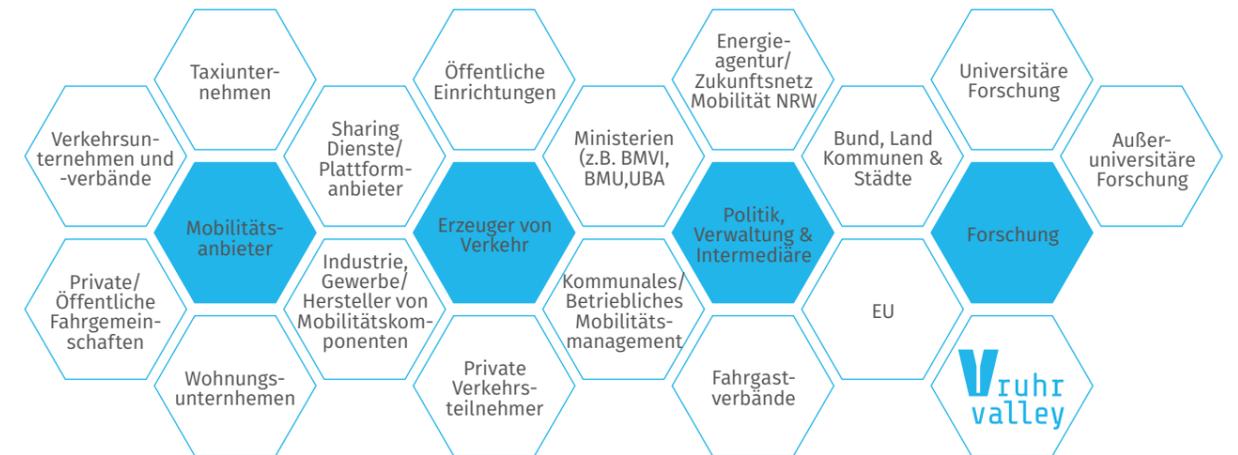


Abb. 2: Vielfalt der Perspektiven auf die Transformation des metropolitane Mobilitätssystems

Eine zentrale Strategie, um die Reduktionsziele zu erreichen, ist die Abkehr von fossilen Energien zugunsten alternativer regenerativer Energiequellen. Besonders der Strom- und Wärmesektor haben sich in diese Richtung bewegt und den Mobilitätssektor in ihren Bemühungen deutlich abgehängt. Sind erneuerbare Energien zu fast 38 % im Strommarkt und im Wärmemarkt bei etwa 15 % angekommen, so sind die Zahlen im Verkehrssektor mit 6 % ernüchternd.⁹ Gleichzeitig ist der Verkehr für 20 % der Treibhausgase verantwortlich¹⁰ und seit 2012 erkennt man einen CO₂-Anstieg von 155 Mio. auf 163 Mio. Tonnen im Jahr 2017. Erst im Jahr 2018 konnten die Emissionen wieder geringfügig abgesenkt werden (vgl. Abb. 3).

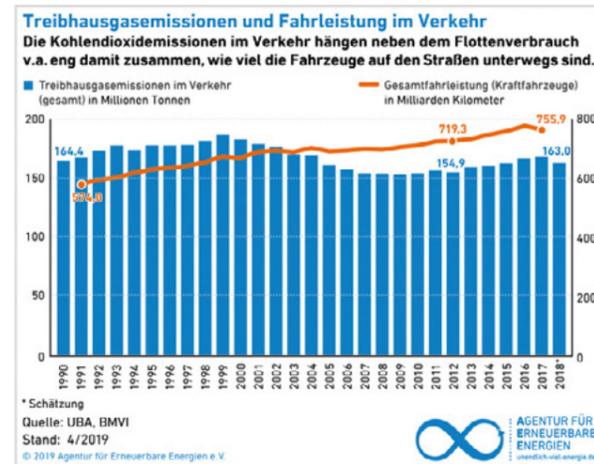


Abb. 3:
Entwicklung der Treibhausgasemissionen und Fahrleistung im Verkehr¹¹

Ganz so eindeutig, wie dieser Trend vermuten lässt, ist die Lage jedoch nicht. Denn im Durchschnitt stoßen Pkw und Lkw weniger Treibhausgase als noch 1995 aus, allerdings werden diese Reduktionsgewinne durch eine steigende Fahrleistung kompensiert, die die absoluten CO₂-Emissionen um 22 % gegenüber 1995 in die Höhe treiben.¹² Die Fahrleistung aller Kraftfahrzeuge ist seit 1991 um knapp ein Drittel gestiegen, beim Güterverkehr beträgt der Anstieg fast drei Viertel.¹³ Zudem lässt sich ein Trend zu immer schwereren und leistungsstärkeren Kraftfahrzeugen beobachten, der Effizienzgewinne kompensiert.¹⁴ Daneben stieg der Luftverkehr sogar um 183 %.¹⁵ Im Vergleich dazu, konnten umweltfreundlichere Verkehrsmittel wie Fuß-, Rad-, Schienen- oder öffentlicher Personennahverkehr nicht so starke Zuwächse erzielen.¹⁶

Das zeigt sich auch in der Verteilung des Verkehrsaufkommens (Modal Split). Betrachtet man in Deutschland die Nutzungsanteile der verschiedenen Verkehrsmittel im Personenverkehr, so ist festzustellen, dass dieser vom motorisierten Individualverkehr (MIV) dominiert wird. Im Hinblick auf die zurückgelegten Wege wurde kein anderes Verkehrsmittel so häufig gewählt wie ein motorisiertes Fahrzeug. Der MIV stellt über die Hälfte des Verkehrsaufkommens dar. Am zweithäufigsten wurden Wege zu Fuß (22 %) zurückgelegt. Weitaus geringer fällt der Anteil beim Fahrrad (11 %) und den öffentlichen Verkehrsmitteln (10 %) aus.

Betrachtet man die Fahrleistung in Personenkilometern, wird die Vorherrschaft des MIV noch deutlicher. Drei Viertel der Personenkilometer, die jährlich zurückgelegt wurden (Stand 2019), wurden motorisiert und individual erbracht. Auf den Fuß-, Rad- und öffentlichen Verkehr (Umweltverbund) entfällt schließlich ein Anteil von einem Viertel (vgl. Abb. 4).¹⁷

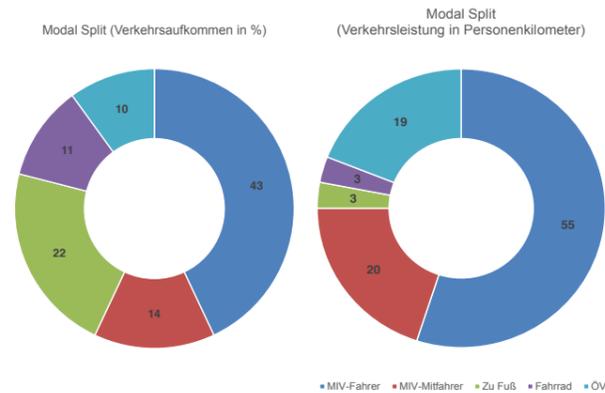


Abb. 4:
Modal Split für das Jahr 2017¹⁸

Das Mobilitätsverhalten in Deutschland unterscheidet sich allerdings je nach Region und Stadt. So erzielen „Fahrradstädte“ wie Münster oder Freiburg einen Anteil von 40 % respektive 34 % am Modal Split durch den Radverkehr.¹⁹ In Metropolen wie Berlin besitzt hingegen der öffentliche Nahverkehr eine besonders gute Stellung. Hier werden nahezu ein Drittel der Wege mit öffentlichen Verkehrsmitteln zurückgelegt.²⁰ Andere Kleinstädte wie Monheim am Rhein erproben pilothaft die Einführung eines kostenlosen Nahverkehrs für den eigenen Verbund, um den Anteil des öffentlichen Verkehrs zu steigern.²¹ Im Vergleich dazu ist über die Hälfte der Menschen in der Metropole Ruhr – die den größten Ballungsraum in Deutschland darstellt – weiterhin mit dem motorisierten Individualverkehr unterwegs²², obwohl der öffentliche Nahverkehr vergleichsweise gut ausgebaut und durchaus Radwege vorhanden sind.²³

Betrachtet man die Studienlage, wird deutlich, dass nur in der Bündelung von Maßnahmen, die verschiedene Antriebsarten und Mobilitätsformen beinhalten, eine realistische Chance zur Reduktion von Treibhausgasen im Verkehrssektor besteht. Deshalb ist es wichtig, dass die verschiedenen Mobilitätsbereiche (Straßen-, Schienen-, Luft- und Wasserverkehr) als ganzes System gedacht werden. Für eine umweltschonende und emissionsarme bzw. emissionsfreie Energieversorgung im Mobilitätssystem sind insbesondere Effizienzmaßnahmen, Energieeinsparungen, der Einsatz von Biokraftstoffen, Sektorkopplung, Investitionen in Infrastrukturen und weitere Anreize notwendig. Zur Erreichung dieser Ziele schlägt die Studie der Agentur für Erneuerbare Energien (AEE) vor, für die Massen den öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV) zu stärken, den Güterverkehr von der Straße auf die Schiene zu verlagern und im Bereich des Individualverkehrs Kfz-Steuern zu erhöhen und umweltschädliche Subventionen abzubauen.²⁴ Andere Studien verweisen auf die Relevanz von Faktoren

wie die Anpassung des Mobilitätsverhaltens²⁵ und den Ausbau des Umweltverbundes.²⁶ Betrachtet man indes die Entwicklungen im Verkehr bis heute, erkennt man einen Trend zu steigenden Fahrleistungen (Personen- und Güterverkehr)²⁷, die durch Megatrends wie zum Beispiel Digitalisierung und Globalisierung bestärkt werden. Die in den obigen Szenarien herausgestellten Schwerpunkte konvergieren auch mit dem Maßnahmenpaket des Bundes. In einer Zusammenschau des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) sind die angenommenen Reduktionspotenziale verschiedener Mobilitätsfelder aufgelistet.

Mobilitätsfeld	Schwerpunkte	CO ₂ -Einsparungen
Umweltverbund (ÖV, Rad, Fuß)	<ul style="list-style-type: none"> • SPNV stärken • ÖPNV stärken • Radwege und Parkmöglichkeiten schaffen 	7-8 Mio. t
Alternative Kraftstoffe	<ul style="list-style-type: none"> • Strombasierte Kraftstoffe stärken • Fortschrittliche Biokraftstoffe stärken 	9-10 Mio. t
Güterverkehr	<ul style="list-style-type: none"> • Schienengüterverkehr stärken • Binnenschifffahrt modernisieren 	ca. 2 Mio. t
Pkw	<ul style="list-style-type: none"> • CO₂-arme Pkw stärken • Ladeinfrastruktur ausbauen 	9-10 Mio. t
Nutzfahrzeuge	<ul style="list-style-type: none"> • CO₂-arme Lkw stärken • Tank- und Ladeinfrastruktur ausbauen 	17-18 Mio. t
Digitalisierung	<ul style="list-style-type: none"> • Verkehr automatisieren, vernetzen und verflüssigen • Innovative Mobilitätsformen ermöglichen 	6-7 Mio. t
CO ₂ -Einsparungen insgesamt		bis zu 55 Mio. t

Tab. 1:
Maßnahmen Klimaschutz in der Verkehrspolitik (eigene Darstellung)²⁸

Um die Reduktionsziele bis zum Jahr 2030 erreichen zu können, müssen die CO₂-Emissionen von heute etwa 160 Mio. Tonnen auf 95-98 Mio. Tonnen gemindert werden. Zur Erreichung dieser Zielwerte ist, neben bereits beschlossenen Maßnahmen, die 13 Mio. Tonnen CO₂ reduzieren können, der Einsatz zusätzlicher Instrumente notwendig.²⁹ Dazu hat das BMVI ein Maßnahmenbündel beschlossen, das die Verkehrsverlagerung und Anreize zur Bepreisung von CO₂ fördern soll.³⁰ Das BMVI stellt dabei insgesamt ein Einsparpotenzial von bis zu 55 Mio. Tonnen CO₂ für den Verkehrssektor in Aussicht (vgl. Tab. 1). Die CO₂-Senkungen können vor allem in den Bereichen der Nutzfahrzeuge, alternativer Kraftstoffe und Pkws erzielt werden. Weitere Stellschrauben werden in der Stärkung des Umweltverbundes und der Digitalisierung gesehen. Der Güterverkehr besitzt nach Einschätzung des Ministeriums die geringsten Reduktionspotenziale.

Für die Entwicklung des Personen- und Güterverkehrs sind Annahmen, wie das Bevölkerungswachstum, die Entwicklung des Ölpreises und die zukünftige Verkehrsleistung relevante Indikatoren, die bei der Untersuchung des zukünftigen Mobilitätssystems berücksichtigt werden müssen. Die AEE hat in einer Metastudie (2019) dazu Szenarien verschiedener Forschungseinrichtungen verglichen. Insbesondere vier Studien³¹ wurden für die Basisannahmen herangezogen und beschreiben die nachfolgenden Entwicklungen. In Bezug auf die demografischen Entwicklungen gehen die Studien von einer moderaten Reduktion der Bevölkerungszahlen von heute 83 Mio. auf 78 Mio. (2030) respektive 81 Mio. (2050) Einwohnern aus. Die wirtschaftliche Lage wird in Zukunft auch als stabil eingeschätzt. Die Modellierungen gehen davon aus, dass das Bruttoinlandsprodukt zwischen 0,8 % und 1,2 % jährlich betragen wird. Der Ölpreis ist ganz wesentlich für die Entwicklung des Verkehrs und der Treibhausgase in dem Sektor verantwortlich. Hier unterscheiden sich die Annahmen auch am stärksten, allerdings ist die Tendenz der Ölpreisentwicklung eher steigend von derzeit 70 Dollar auf bis zu 195 Dollar pro Barrel in den ambitionierten Szenarien.

Mobilität in der Metropole Ruhr

Um die Belastungen von Umwelt und Menschen durch verkehrsbedingte Treibhausgase zu verringern, sind auch in der Metropole Ruhr neue Lösungen für Verkehr und Logistik gefragt. Besonders die Luftqualität in den Ruhrgebietsstädten ist von der Überschreitung der zugelassenen durchschnittlichen Stickstoffdioxidwerte betroffen.³² Die Europäische Kommission hat in diesem Kontext im Jahr 2018 eine Klage gegen die Stadt Essen eingereicht,³³ und die Deutsche Umwelthilfe ist gegen insgesamt 14 Städte in Nordrhein-Westfalen juristisch vorgegangen.³⁴ Als Reaktion darauf hat die Bundesregierung unter anderem das Sofortprogramm „Saubere Luft“ aufgesetzt, das von 2017 bis 2020 durch ein Maßnahmenbündel und ein Volumen von 1,5 Mrd. Euro die Luftqualität in Städten zugänglich verbessern soll.³⁵ Neben der Luftqualität muss sich die Metropole Ruhr weiteren verkehrsbedingten Herausforderungen stellen. Der Regionalverband Ruhr (RVR) hat in einer Bedarfsanalyse unterschiedliche Stärken und Schwächen des Mobilitätssystems der Metropole herausgestellt.³⁶ **Bedingt durch eine gute geografische Lage, passiert eine Vielzahl von Personen und Gütern die Region, wodurch sie zu einem wichtigen nationalen und internationalen Wirtschaftszentrum geworden ist.** Betrachtet man die Beschaffenheit der Straßen und Brücken, fällt jedoch der zum Teil marode Zustand auf. Daraus resultiert ein großer Bau- und Sanierungsbedarf, der wiederum mit hohem zeitlichen, finanziellen sowie bürokratischen Aufwand verbunden ist. Das Schienennetz ist im Fernverkehrsbereich sehr gut ausgebaut. Allerdings sind im Nahverkehr zum Teil große Lücken im Netz, so dass einige Ruhrgebietskommunen lediglich durch Schnellbusse angebunden sind. Auch die Bahnhöfe weisen zum Teil große Mängel auf und wurden im Rahmen einer Modernisierungsoffensive der Deutschen Bahn für das Land NRW in Städten wie zum Beispiel Duisburg oder Oberhausen für Fahrgäste attraktiver gestaltet.³⁷ Durch Großprojekte wie zum Beispiel den Rhein-Ruhr Express (RRX) erhofft man sich eine bessere Bewältigung der steigenden Fahrgastzahlen. Die ersten Züge sind bereits auf der Schiene. Bis dieses komplexe Gesamtprojekt jedoch abgeschlossen ist, wird noch Zeit vergehen. Die Entwicklung des Verkehrs hängt auch stark von der Demografie der jeweiligen Region ab. Insgesamt sind im Ruhrgebiet zwei Trends zu erkennen: Zum einen wird davon ausgegangen, dass die Bevölkerungszahl vor allem in den Landkreisen bis 2040 um etwa 400.000 zurückgeht.³⁸

Zum anderen wird die Region durch die Alterung der Gesellschaft geprägt. Diese Entwicklungen haben zur Folge, dass insbesondere die Verkehrsplanungen der öffentlichen Daseinsvorsorge auf diese Herausforderungen mit angepassten Finanzierungsmodellen reagieren muss. Das regionale Radwegenetz war bislang weitestgehend auf den Freizeitverkehr ausgelegt. Im Zuge der Energiewende soll der Radverkehr allerdings auch verstärkt für den Alltags- und Berufsverkehr erschlossen werden. Zur Entfaltung des Potenzials wird besonders das infrastrukturelle Großprojekt RS1 Radschnellweg Ruhr als Hebel gesehen.³⁹ Im Bereich der Elektromobilität hat sich das Land NRW als Modellregion deklariert und zahlreiche Pilotprojekte in der Metropole Ruhr realisiert.⁴⁰ Das zeigt sich auch in den weiter steigenden Zulassungszahlen batterieelektrischer Pkw, die sich im Jahr 2019 von rund 6.000 auf über 12.000 Neuzulassungen gegenüber dem Vorjahr verdoppelt haben.⁴¹ Insgesamt besitzt das Ruhrgebiet mit seiner polyzentrischen Struktur und einem engmaschigen Verkehrsnetz große Potenziale zur Verlagerung des motorisierten Individualverkehrs auf den Umweltverbund.⁴² Wichtig dabei ist laut einer Potenzialstudie, die die Verlagerungseffekte für die Metropole Ruhr modelliert hat, dass integrierte Konzepte erstellt werden, da sie höhere CO₂-Minderungsraten erzielen können als einzelne kommunale und regionale Maßnahmen.⁴³

Im Folgenden werden die Ausführungssysteme des Mobilitätssystems dargestellt. Dabei handelt es sich um die nachfolgenden Bereiche:

- Motorisierter Individualverkehr,
- Radverkehr,
- öffentlicher Verkehr und
- Güterverkehr.

Die Systemsicht beinhaltet den Vergleich des Status quo mit zu erwartenden Entwicklungen und der Situation in der Metropole Ruhr. Schließlich werden Fallbeispiele aus den einzelnen Ausführungssystemen vorgestellt, die Wege aufzeigen, wie sich nachhaltige und vernetzte Mobilität in der Metropole Ruhr gestalten lässt.

Motorisierter Individualverkehr – Vom fossilen zum elektromobilen Verkehr

Der motorisierte Individualverkehr dominiert den Straßenverkehr. Im Rahmen der Dekarbonisierung des Verkehrs wird in der politischen Diskussion batterieelektrischen Fahrzeugen (BEV) eine tragende Rolle zugeschrieben. Noch ist der Anteil am Gesamtfahrzeugbestand gering und fossil betriebene Fahrzeuge machen 98 % des Bestandes aus⁴⁴, jedoch steigt die Anzahl der Neuzulassungen kontinuierlich an und erreichte 2020 ein Plus von 75 % gegenüber dem Vorjahr.⁴⁵ Die meisten Studienautoren sind sich in Bezug auf den motorisierten Individualverkehr einig, dass eine **breite Diffusion batterieelektrischer Fahrzeuge** stattfinden wird. Das Öko-Institut errechnete beispielsweise in einer Studie, dass der Anteil der BEV im Bereich der Pkw-Neuzulassungen auf drei Viertel und im Bereich der Lkw-Neuzulassungen (bis 12 Tonnen) sogar auf 90 % bis zum Jahr 2050 ansteigen könnte.⁴⁶ Der Wendepunkt wird laut einer Prognose der Boston Consulting Group im Jahr 2030 gesehen, in dem sich das Verhältnis von Verbrennungsmotoren zugunsten des Batteriemotors verschieben und schließlich verstetigen wird.⁴⁷

Wenn man das will, sind unterschiedliche Weichen zu stellen. Der Infrastrukturausbau ist hier ganz besonders wichtig. Um Reduktionspotenziale ausschöpfen zu können, bedarf es ausreichender Lade- und Tankmöglichkeiten. In Deutschland ist der Aufbau von Lademöglichkeiten für Elektrofahrzeuge mit über 21.000 öffentlich zugänglichen Ladepunkten im Jahr 2019 weit vorangeschritten. Die Anzahl der neu zugelassenen BEV betrug im selben Jahr 220.000 Fahrzeuge, was einem Verhältnis von 0,1 öffentliche Ladepunkte pro E-Fahrzeug entsprach und damit die Zielgröße der Europäischen Kommission erfüllte. Im Vergleich dazu hält sich der infrastrukturelle Ausbau für Erdgas mit 900 Erdgastankstellen (davon 109 Biomethan)⁴⁸ und 84 Wasserstofftankstellen⁴⁹ (Stand Juni 2020) in Grenzen.

Das Betanken von Elektrofahrzeugen mit erneuerbarem Strom wird zukünftig die Stromnachfrage und -netze stark herausfordern. In einer Beispielrechnung des Wuppertal Instituts wurde der erhöhte Strombedarf für das Jahr 2035 auf rund 10 % (51 TWh) des jetzigen gesamten inländischen Strombedarfs (530 TWh) allein für den Verkehr beziffert.⁵⁰ Exemplarische Lastprofile zeigen, dass bei ungesteuertem Laden die gesamte Ladeleistung für alle BEV zwischen wenigen Megawatt in den Morgenstunden bis hin zu zwölf Gigawatt in den späten Abendstunden betragen könnte.⁵¹ Solche temporären Lastspitzen würden das Stromsystem erheblich belasten und sind deshalb nicht praktikabel. Zur Flexibilisierung der Lastspitzen ist daher eine gesteuerte Beladung der Elektrofahrzeuge unumgänglich.

Neben der Infrastruktur sind vor allem Batteriekosten die treibende Kraft in der Entwicklung der Elektromobilität. Hier wird davon ausgegangen, dass sich die Technologie verbessert und die Kosten in absehbarer Zeit gesenkt werden können. Das zeigt auch die Entwicklung der bisherigen Kosten, die sich zwischen 2013 und 2016 bereits pro Kilowattstunde von 600 US-Dollar auf rund 300 US-Dollar halbiert haben.⁵² Die Kostensenkungen der Batterien befördern wiederum die Attraktivität der Fahrzeuge und ihre Verbreitung, da sich der Anschaffungspreis verringert. Bezüglich der Gesamtkosten der Dekarbonisierung des Verkehrs, also die Kosten für die Energie- und Infrastrukturbereitstellung sowie die Fahrzeuganschaffungskosten, zeigt sich, dass auf lange Sicht die Elektromobilität im Straßenverkehr (Nah- und Fernverkehr) die geringsten Mehrkosten (im Vergleich zu fossilen Kraftstoffen) verursachen würde.⁵³ Für die Nutzung von Wasserstoff im Straßennahverkehr würden sich die Mehrkosten auf fast 800 Mrd. Euro fast vervierfachen.⁵⁴ Dieser große Kostenunterschied zwischen direkter Elektrifizierung und dem Einsatz von Wasserstoff verringert sich im Straßenfernverkehr auf etwa das Doppelte.⁵⁵

Bisheriger Treiber für die Entwicklung von Treibhausgasen ist die Größe der Verkehrsleistung, das heißt, die Anzahl der gefahrenen Personenkilometer. Es wird davon ausgegangen, dass sich diese von heute etwa 1.200 Mrd. nicht merklich ändern und geringfügig auf etwa 1.000 Mrd. Personenkilometer im Jahr 2050 sinken werden. Diese Entwicklung ist insbesondere auf den prognostizierten Bevölkerungsrückgang in Deutschland zurückzuführen.⁵⁶

In Folge dieser Projektionen wird davon ausgegangen, dass sich die Zusammensetzung der zukünftigen Fahrzeuge zugunsten der BEV verschiebt und konventionelle Antriebe nur noch im Segment der großen Pkw zu einem geringen Anteil vorhanden sein werden. Im Segment der kleinen und mittleren Pkw überwiegen BEV, ein geringer Teil der Fahrzeugflotte wird aus Hybrid- und Brennstofffahrzeugen bestehen.⁵⁷

Motorisierter Individualverkehr in der Metropole Ruhr – Eine Region bringt Elektromobilität auf die Straße

Auch auf regionaler Ebene erfordert die Bewältigung des Klimawandels ein Umdenken im Bereich der Mobilität. Die Metropole Ruhr als größtes Agglomerat in ganz Deutschland und fünftes größtes in Europa steht vor diesem Umwandlungsprozess und stellt sich den Anforderungen auf vielerlei Weise. Einst als Zentrum der Kohleerzeugung mit großen Stein- und Braunkohlekraftwerken, ist die Region stark vom viel diskutierten Strukturwandel geprägt. Das Ruhrgebiet ist ein wichtiger Standort für viele Unternehmen aus der Industrie und Logistik und besitzt eine umfangreiche Hochschul- und Wissenschaftslandschaft, in der die Fachkräfte von morgen ausgebildet werden.⁵⁹ Über fünf Millionen Menschen leben im polyzentrischen Ballungsraum, der aus elf kreisfreien Städten und vier Kreisen besteht, auf über 4.000 Quadratmetern zusammen. In den kreisfreien Städten wohnt ein Großteil der Bevölkerung (63 %), wohingegen gut ein Drittel seinen Wohnsitz in den Kreisen hat. Die Region ist insgesamt von einem Nebeneinander von Städten, suburbanen und ländlichen Räumen gekennzeichnet. Hinzu kommt eine starke Einwohnerdichte, die mit 1.153 Einwohnern pro Quadratkilometer das Doppelte vom restlichen NRW-Durchschnitt beträgt. Tagtäglich pendeln über 500.000 Menschen, das sind 31,1 % aller sozialversicherungspflichtigen Beschäftigten im Ruhrgebiet, innerhalb der Metropolgrenzen. Zusätzlich pendeln über 250.000 (14 %) aus dem Ruhrgebiet in das übrige NRW. Knapp 70.000 (3,7 %) Menschen verlassen tagtäglich NRW, um an ihren Arbeitsplatz zu gelangen. Die hohen Pendlerzahlen führen zusammen mit dem Gütertransport zu überfüllten Straßen und Autobahnen und regelmäßig zum Verkehrskollaps.

Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte am Wohnort In der Metropole Ruhr -30.6.2018-

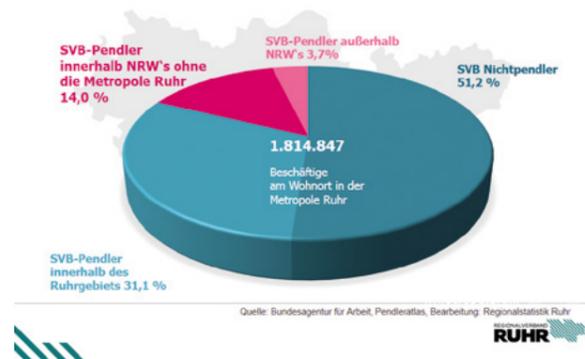


Abb. 5: Pendlerzahlen in der Metropole Ruhr⁵⁹

Schaut man sich den Modal Split an, der in weiten Teilen dem des Bundes und Landes NRW entspricht, zeigt sich, die Dominanz des motorisierten Individualverkehrs. Dieser stellt über die Hälfte des Verkehrsaufkommens dar.

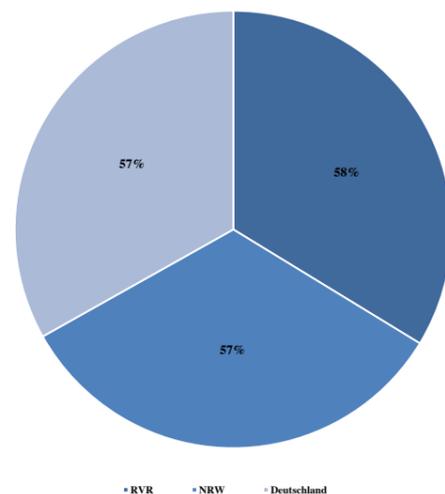


Abb. 6: Anteil des motorisierten Individualverkehrs am Modal Split inkl. Mitfahrende (eigene Darstellung)⁶⁰

Der Status quo im Ruhrgebiet ist demnach geprägt von einem hohen Anteil des motorisierten Individualverkehrs und einer untergeordneten Rolle des Umweltverbundes.

Um den steigenden Anforderungen an den Klimaschutz zu begegnen, wurde bereits eine Vielzahl an Initiativen in der Region geschaffen, die sich allesamt für eine nachhaltige Gestaltung des Individualverkehrs einsetzen. Dabei werden unterschiedliche Akteursgruppen adressiert. Ziel ist es, eine gemeinsame regionale Strategie für die zukünftige Mobilität jedes Einzelnen zu entwickeln, die abseits des bekannten Pfades funktionieren kann. Ein wichtiger Hebel wird, wie in den Szenarien beschrieben, in der Diffusion der Elektromobilität gesehen.

Nachfolgend zeigen ausgewählte Beispiele, wie regionale Unternehmen und Kommunen mit der Herausforderung umgehen. Dabei handelt es sich zum einen um ein großes Wohnungsunternehmen, welches sich, auch wenn es auf den ersten Blick überraschend erscheinen mag, gezielt mit der Zukunft der Mobilität auseinandersetzt und für seine Mieterinnen und Mieter nach Möglichkeiten sucht, Infrastruktur für Elektromobilität zur Verfügung zu stellen. Zum anderen kommt ein junges regionales Unternehmen zu Wort, das als Entwicklungsdienstleister in der Antriebs- und Fahrzeugtechnik beheimatet ist und eine soziale Verantwortung gegenüber der Region verspürt. Zuletzt wird die kommunale Ebene adressiert, die durch Zusammenarbeit einen Beitrag dazu leisten kann, motorisierten Individualverkehr in bestimmten Situationen einzugrenzen bzw. auf umweltfreundlichere Verkehrsmittel zu verlagern.

E-Autos auf die Straße bringen: Vonovia stellt sich den Anforderungen der Mobilitätswende

Vonovia ist mit rund 400.000 Wohnungen eines der führenden Wohnungsunternehmen in Deutschland. Das Unternehmen bietet für etwa eine Million Menschen Wohnraum und andere wohnungsnahen Dienstleistungen an. Aufgrund seiner gesellschaftlichen Position bemüht sich Vonovia auch im Bereich der E-Mobilität Dienstleistungen und Maßnahmen zu entwickeln und anzubieten, um den Mietern langfristig dabei zu helfen, mobil zu bleiben und das Thema voranzutreiben. Langfristig setzt Vonovia dabei auf zwei Säulen im Bereich E-Mobilität: Zum einen auf die Bereitstellung von Ladeinfrastruktur im Quartier oder an privat vermieteten Stellplätzen seiner Mieter und zum anderen auf die Prüfung des Aufbaus von Carsharing und/oder Bikesharing. Alle Ansätze befinden sich aktuell noch in der Entwicklung und Erprobung. Im Eltingviertel in Essen ist eines der ersten Quartiere entstanden, in dem zwei Mobilitätskonzepte erprobt werden: Carsharing und das Angebot öffentlicher Ladeinfrastruktur. Welchen Stellenwert insbesondere Elektromobilität für das Unternehmen einnimmt, erklären Frau Jana Tischendorf, Innovationsmanagerin im Bereich Quartierssysteme und zuständig für das Thema E-Mobilität, und Herr Tobias Hofmann, Leiter des Bereichs Quartierssysteme.

Was war ein Treiber für den Einstieg in das Thema Elektromobilität?

Jana Tischendorf: "Generell kann man von mehreren treibenden Kräften beim Thema E-Mobilität sprechen. Als Vermieter von Wohnungen und Stellplätzen sind wir durchaus dafür verantwortlich, unsere Bestände zeitgemäß zu halten und für die Zukunft vorzurichten. Zudem bieten wir als Unternehmen wohnungsnahen Dienstleistungen an. Dazu gehört auch der Bereich Mobilität. Mit Blick auf die zunehmende Bedeutung der E-Mobilität und der zunehmenden Nachfrage nach Ladeinfrastruktur müssen auch wir uns mit dem Thema beschäftigen und prüfen, welche Maßnahmen wir treffen können. Darüber hinaus sehen wir, wie die Politik zunehmend Maßnahmen ergreift, die den Aufbau von Ladeinfrastruktur vorantreiben soll und den Marktakteuren, und damit auch uns, vorschreibt Stellplätze nachzurüsten."



Tobias Hofmann, Vonovia



Jana Tischendorf, Vonovia

Tobias Hofmann: "In unseren Wohnungsbeständen in Deutschland leben insgesamt rund eine Million Menschen. Der Klimawandel ist wahrscheinlich das größte Problem der Gegenwart. Doch um eine Klimawende einzuleiten, bedarf es einer Energiewende. Hierbei spielen technische Innovationen, Investitionen in erneuerbare Energien und neue Technologien eine wichtige Rolle. Dazu forschen wir mit unseren Partnern an weiteren kostengünstigeren, effizienten und digitalen Verfahren zur Einsparung von CO₂, z. B. über eine quartierweite Energieversorgung durch Sektorenkopplung. Die Bereiche Wärme und vor allen Dingen auch Mobilität sind in diesem Zusammenhang wichtig. Wir sehen diese gesellschaftliche Herausforderung und wollen das Thema Mobilität auch als Wohnungsunternehmen angehen. Denn auch unsere Mieter tanken – zu 40% an dem Ort, an dem sie wohnen – also zuhause. Also müssen und wollen wir Lösungen finden und anbieten, damit der Ausbau von Elektromobilität in Deutschland vorankommt."

Welche Rahmenbedingungen sind im Bereich der Elektromobilität für Sie als Wohnungsunternehmen relevant?

Tobias Hofmann: "Das sind zum einen rechtliche Rahmenbedingungen, die teilweise erst später gesetzt werden, nachdem Prozesse bereits angestoßen wurden. Ein gutes Beispiel dafür ist das Mess- und Eichgesetz. Dadurch mussten im Nachgang sehr viele Ladesäulen nachgerüstet werden. Zum anderen gibt es zur E-Mobilität viele Fragen: Wie weit kann ich damit fahren? Lohnt sich eine Anschaffung? Und wo kann ich überhaupt laden? Und ein letzter Punkt wären staatliche Fördermaßnahmen. Förderungen sind ein guter Impuls, um eine Bewegung zu initiieren. Aber Förderprogramme stellen kein Allheilmittel dar, um nachhaltige Lösungen zu entwickeln. Da müssen ganz andere Rahmenbedingungen für eine ganzheitliche Lösung her."

Und womit müsste man anfangen, um die Elektromobilität zu fördern?

Tobias Hofmann: "Der grundlegende Auftrag lautet: Wir müssen Elektroautos erstmal auf die Straße bekommen! Die Nachfrage ist noch nicht da. Wenn wir diese erreichen, ist das volkswirtschaftlich relativ einfach. Ich kann eine Ladesäule heute bauen, aber wenn die Nachfrage nicht da ist, wird die nicht wirtschaftlich sein. Wir gehen jetzt in die roten Zahlen, und das machen wir auch ganz bewusst, weil wir sagen, wir haben eine Vorreiterrolle, also sind wir auch bereit dazu, dafür das Invest zu tragen."

Wenn wir einen Blick in die Zukunft wagen, wie sieht dann das Quartier der Zukunft und die Mobilität aus Ihrer Sicht aus?

Jana Tischendorf: "Im Quartier der Zukunft ist das wichtigste Stichwort die Vernetzung. Dass es Systeme gibt, die alle auf eine gewisse Weise miteinander verbunden sind und bestimmte Bedürfnisse befriedigen. Das heißt, wir haben eine PV-Anlage, die Strom erzeugt, und dieser Strom fließt wiederum in die Elektromobilität und gleichzeitig auch in einen Speicher, um es zu ermöglichen, die Energie auch zu einem späteren Zeitpunkt zu nutzen. Genauso geht es bei Vernetzung darum, gerade im Bereich der Mobilität nicht nur die Elektromobilität, sondern auch die Wasserstoffmobilität mitzudenken. Denn im Moment geht es stark um die Frage, ob sich eine der beiden Technologien in Zukunft durchsetzt oder es wichtig ist, beide parallel laufen zu lassen. Ein weiterer Gedanke ist die Vernetzung von Akteuren, die vor Ort sind, damit sie sich besser austauschen können. Ob über digitale Plattformen oder einfach, weil man dezentral denkt. Es gibt also nicht eine Anlage, die beispielsweise eine komplette Region versorgt, sondern es wird sehr viel dezentraler und autarker."



Soziale Verantwortung gegenüber der Region als unternehmerischer Antrieb

Das Ruhrgebiet hat eine lange Tradition als Industriestandort, so dass sich große Unternehmen wie RWE, Thyssen Krupp oder Vonovia vor vielen Jahren in der Region angesiedelt haben. Lange fehlte aber eine Gründerszene, wie man sie beispielsweise aus Berlin kennt. Zwar ist das Ruhrgebiet noch nicht das neue Berlin, aber zunehmend siedeln sich Start-ups aus verschiedensten Bereichen in der Region an. Vor allem die dichte Hochschullandschaft ist ein Standortvorteil, der sich positiv auf das Gründungsgeschehen auswirkt. Ausgründungen aus den Hochschulen sind mittlerweile keine Seltenheit und werden durch unterschiedlichste Programme und Initiativen der Ruhrgebietshochschulen gefördert. Im Bereich der Mobilität haben sich insbesondere um das Feld Elektromobilität im Ruhrvalley einige Start-ups formiert, die nachhaltige Lösungen entwickeln. Ein Start-up, das sich aus der Hochschule Bochum gegründet hat, ist das ebenfalls in Bochum ansässige Unternehmen AUKTORA. Durch die langjährige Erfahrung am Institut für Elektromobilität konnten die Gründer im Jahr 2014 ihre Expertise in Antriebs- und Fahrzeugtechnik nutzen, um ein eigenes Start-up auf die Beine zu stellen. Herr Matthias Wiemers, Geschäftsführender Gesellschafter, beschreibt, welche Rolle (junge) Unternehmen bei der Transformation des Mobilitätssystems haben.

Herr Wiemers, welches Potenzial sehen Sie in der Region für junge Unternehmen im Bereich der Mobilität?

"Mein Eindruck ist, dass es hier im Ruhrgebiet neben der kommunalen Politik und ihren Stadtoberhäuptern, die viel Initiative im Bereich der Klimaschutzziele zeigen, ein ganzes Netzwerk an Akteuren gibt, die sich mit nachhaltiger Mobilität und im Speziellen mit Elektromobilität beschäftigen und sich in den Themen sehr engagieren. Hier ist zum Beispiel auch der Hochschulverbund Ruhrvalley zu nennen, mit dem wir als Partnerunternehmen eng zusammenarbeiten. Das Spannende an unserer Region ist, und in dieser Hinsicht können die Akteure eine Art Vorreiterrolle übernehmen, dass wir in einem extremen Ballungszentrum leben und zwar in einer Größenordnung und in einer Art und Weise, wie sie beispielsweise London oder Paris nicht bieten, weil sie eher zentralistisch aufgebaut sind. Da gibt es in der Regel einen Stadtkern und drum herum gibt es die suburbanen Regionen, und das findet man hier nicht in dieser Form, das ist anders und diese Andersartigkeit finde ich sehr interessant, um neue Mobilitätskonzepte auszuprobieren. Ob es jetzt das Thema der Fahrradautobahn ist oder das, was die Westfälische Hochschule macht, nämlich auf Fahrradbasis Lastenelektromobilität zu betreiben oder innerstädtische Kleintransporter. Es ist eine ganze Menge, die man sich überlegen und wo man sagen kann: Lasst uns hier mal bitte ein bisschen rumspinnen und lasst uns Sachen ausprobieren! Also da gibt es mit Sicherheit die Möglichkeit für das Ruhrgebiet, eine Blaupause für andere Regionen in der Welt zu schaffen und eventuell lernen wir hier auch Dinge, die für die zentralistischen Megacities relevant sind."



Matthias Wiemers, Auktora GmbH

Welche Ziele würden Sie als handlungsleitend für Unternehmen aus der Region ansehen?

"Ich würde eher von einer Hoffnung sprechen, die ich, wenn ich mit anderen Unternehmen spreche, habe. Ich sehe gerade insbesondere bei personengeführten Unternehmen, in denen der Geschäftsführer oder Gesellschafter selbst quasi der Unternehmer ist, eine soziale Verantwortung gegenüber der Region. Diese Unternehmen möchten etwas für die Region machen und sehen die übergeordneten Ziele, also was für die Menschheit an sich gut ist und aktuell diskutiert wird und wollen ihren Beitrag dazu leisten. Unternehmer wie zum Beispiel Herr Wiesmann, der in Essen das Unperfekthaus betreibt und mit der Stadt Essen aushandeln möchte, dass die Straße vor dem Gebäude elektromobil genutzt werden soll. Oder auch die Bäckerei Schuirmann, die mit Elektromobilität ihre Filialen beliefert und sich in diesem Bereich nach vorne stellt. Es gibt also diverse mittelständische Unternehmen, die sich den Klimazielen verschreiben und die Initiative ergreifen und mit den Mitteln, die ihnen zur Verfügung stehen, dazu beitragen. Und wir von AUKTORA stehen dafür, nachhaltige Lösungen zu befeuern und als Sparrings- und Entwicklungspartner mit unserer Expertise im Bereich der Antriebs- und Fahrzeugtechnik für Newcomer im Themenbereich Elektromobilität zu fungieren. Uns ist es wichtig, an sinnvollen und ganzheitlichen Ansätzen mitzuarbeiten und somit in Richtung nachhaltige Mobilität durch unsere Arbeit zu gehen."

An welchen Hebeln können Unternehmen ziehen, um sich in diese Richtung zu bewegen?

"Also meiner Meinung nach sollten wir beim Thema Mobilitätswende in Konzepten denken. Denn das Interessante ist, dass man aus technischer Sicht tun kann, was man will. Also all das, was technisch heute möglich ist, kann man auch umsetzen. Es ist vielmehr eine Frage von Angebot und Nachfrage und ob man das Produkt am Markt platzieren kann, und da stellt sich wiederum die Frage, was möchte die Industrie eigentlich anbieten? Möchte ich ressourcenintensive Mobilität oder sinnvolle Mobilität verkaufen? Diese Frage hat sehr viel damit zu tun, wie ich meine Kunden aufschauen kann, und darin sehe ich die wesentliche Arbeit. Dem Konsumenten zu erklären, dass man sich weg von diesen Statussymbolen und diesem SUV-Wahn hin zu einer sinnvollen und nachhaltigen Mobilität bewegen kann, bei der letztlich nur ein Fünftel oder weniger Ressourceneinsatz benötigt wird, um dasselbe zu erreichen, nämlich von A nach B zu kommen. Es gilt, sinnvolle Konzepte für den Transport von A nach B zu entwickeln, die berücksichtigen, dass Mobilität teilweise individuell, teilweise in kleinen Gruppen und teilweise in großen Einheiten getätigt wird, wo dann beispielsweise das Bahnnetz und das Nahverkehrsnetz ins Spiel kommen. Am Ende geht es darum, Nachhaltigkeit ganzheitlich für die Region zu entwickeln, und einen Baustein sehe ich darin, dass Unternehmen ihre Kunden befähigen, umweltschonende Mobilität zu nutzen."

Mobilitätswende durch Zusammenarbeit – Wie das Zukunftsnetz Mobilität NRW kommunale Akteure für eine abgestimmte Zielbildung an einen Tisch bringt

Das Zukunftsnetz Mobilität NRW hat sich zum Ziel gesetzt, kommunale Verwaltungen und Entscheidungsträger bei der Umsetzung von nachhaltigen Mobilitätsprojekten zu unterstützen. Die zugrunde liegende Überzeugung ist, dass eine ganzheitliche Betrachtung des Mobilitätssystems auf kommunalem Mobilitätsmanagement fußt. Dafür dient das Zukunftsnetz als Bindeglied zwischen den verschiedenen Akteuren, die allesamt unterschiedlichen Handlungslogiken, Zuständigkeiten und Hierarchieebenen unterliegen. Um zum Beispiel ein Projekt zu realisieren, das mehr Platz für Fuß- und Radfahrer schaffen und die Aufenthaltsqualität durch weniger Parkplätze im Straßenraum steigern soll, sollten sich Vertreter des Planungs-, Bau- und Ordnungsamtes, die Straßenverkehrsbehörde sowie Öffentlichkeitsarbeit gemeinsam an einen Tisch setzen und die Umsetzung planen und koordinieren. Das Zukunftsnetz verbindet diese Akteure und ermöglicht ihnen dadurch bessere kommunale Projektarbeit. Im Gespräch mit Ulrich Hornig, stellvertretender Leiter der Koordinierungsstelle Rhein-Ruhr, wird die Wichtigkeit kommunaler Zusammenarbeit veranschaulicht.



Herr Hornig, was bedeutet Mobilitätswende aus Ihrer Sicht?

"Auf der einen Seite haben wir den technologischen Aspekt und in vielen Kommunen bereits Initiativen, die umgesetzt werden. Beispielsweise hat die Stadt Solingen Dieselbusse durch Oberleitungs-Elektrobusse ersetzt und setzt somit umweltfreundlichere Fahrzeuge im Nahverkehr ein. Dieser Punkt wird bereits vielfach besprochen. Was aber noch unzureichend Beachtung findet, ist das Mobilitätsverhalten der Menschen. Im Zukunftsnetz Mobilität NRW beschäftigen wir uns zum Beispiel mit dem Handlungsfeld Schule und Kinder. Dabei geht es unter anderem um die Reduzierung sogenannter „Elterntaxis“ durch die Einrichtung von „Hol- und Bringzonen“. Die jetzige Situation sieht nämlich folgendermaßen aus: Viele Eltern bringen ihre Kinder mit dem Auto zur Schule (meist Grundschule). Dadurch, dass alle ungefähr zur gleichen Zeit ankommen, entsteht ein Verkehrschaos und die Unfallgefahr erhöht sich. Das führt natürlich zu Umweltverschmutzung und auch dazu, dass Eltern ihren Kindern keine umweltschonende und selbstständige Art von Mobilität vorleben. Besser ist es im o.g. Beispiel, wenn die Eltern ihre Kinder bis zur Elternhaltestelle bringen und die Kinder das letzte Stück bis zur Schule alleine zurücklegen. Darüber hinaus unterstützt das Zukunftsnetz koordinierend Kommunen, indem es verschiedene Akteure wie Schulträger, Straßenverkehrsbehörden, Sozial-, Stadt- und Verkehrsplanungsämter zusammenbringt, um gemeinsam an Lösungsansätzen zu arbeiten. In Bezug auf das genannte Beispiel wurde die Initiative „Geh-Spaß statt Elterntaxi“ ins Leben gerufen, um schulisches Mobilitätsmanagement mit kommunaler Verwaltungsarbeit zu verzahnen. Den Kindern wird spielerisch umweltschonende Mobilität nahegebracht, indem beispielsweise



Ulrich Hornig,
Zukunftsnetz Mobilität NRW
Koodinierungsstelle Rhein-Ruhr

Anreize wie Punkte- oder Sternesysteme für die Kinder, die zu Fuß oder mit dem Fahrrad zur Schule gekommen sind, geschaffen werden. Und bei Erreichung einer bestimmten Marke, wird die ganze Klasse durch einen Ausflug oder das Schauen eines Filmes belohnt. Also, da gibt es verschiedene Bausteine, wie man Eltern und Kinder erreichen und sie zur umweltschonenderen Mobilität

motivieren kann. Was wir im Zukunftsnetz, in der Koordinierungsstelle, unseren Mitgliedskommunen versuchen zu vermitteln, ist, dass frühzeitige Abstimmungen für das Gelingen solcher Projekte essentiell sind. In klassischen kommunalen Verwaltungen hat man ein Schulamt, ein Ordnungsamt und eine Verkehrsplanung, die alle nebeneinander arbeiten. Im Grunde muss dafür Sorge getragen werden, dass alle Akteure verstehen, dass es sich bei Mobilität um ein übergreifendes Thema handelt, bei dem man sich frühzeitig untereinander austauschen muss, wenn zum Beispiel eine neue Schule oder ein Bauprojekt an der Schule entsteht. Neben dem schulischen Mobilitätsmanagement unterstützt das Zukunftsnetz die Kommunen natürlich auch bei allen Fragen des kommunalen Mobilitätsmanagements sowie bei der Einrichtung von Angeboten der vernetzten Mobilität. Wir haben Angebote für das betriebliche und zielgruppenspezifische Mobilitätsmanagement, informieren in Fachgruppentreffen über aktuelle Themen und sorgen für eine Vernetzung unserer Mitgliedskommunen."

Welche Schwierigkeiten sind mit solchen Ansätzen des kommunalen Mobilitätsmanagements verbunden?

"Da kann ich Ihnen ein anderes eindrückliches Beispiel nennen. Ein Hebel, um die Innenstädte „sauber“ zu gestalten, ist das Parkraummanagement. In Wien haben wir zum Beispiel ein sehr restriktives und teures System, das die Anfahrt mit dem Auto sehr unattraktiv macht und somit die Menschen motiviert, mit öffentlichen Verkehrsmitteln oder dem Fahrrad anzureisen. Solche Ansätze sind für monozentrische Metropolregionen wie zum Beispiel Stuttgart oder Berlin geeignete Formen, um den Umweltverbund zu stärken. In einem polyzentrischen Raum wie dem Ruhrgebiet ist die Umsetzung eines regionalen Parkraummanagements durch die verschiedenen kommunalen Zuständigkeiten leider viel schwerer realisierbar. Denn die Herausforderung liegt darin, dass die Ruhrgebietsstädte in Bezug auf den Einzelhandel untereinander in Konkurrenz stehen und versuchen, die Kunden durch zum Teil kostenlose Parkangebote in die eigenen Einkaufszentren und Innenstädte zu locken. Hier bräuchte man ein gemeinsames Konzept, das interkommunal anwendbar ist."

Und wie könnte man die regionale Zusammenarbeit stärken?

"Eine Idee wäre eine gemeinsame Vision oder ein gemeinsames Projekt für die gesamte Region zu entwickeln und das Thema Mobilität in den Fokus zu stellen. Man könnte sich dabei zum Beispiel an den Klimaschutzziele 2030 oder 2050 der Bundesregierung orientieren und diese auf das Ruhrgebiet oder den VRR-Raum herunterbrechen. Oder man setzt sich das Ziel, wir wollen gemeinsam – zum Beispiel 2030 – ein internationales Event veranstalten, das große Strahlkraft besitzt und das Ruhrgebiet glänzen lässt. Das auch viele Menschen in die Ruhrgebietsstädte zieht und die Tourismusbranche befeuert. Und auf der wissenschaftlichen Seite macht man zeitgleich Kongresse und andere Veranstaltungen, um zu zeigen, was wir alles schon auf die Beine gestellt haben, was übrigens eine Idee des Zusammenschlusses der Ruhr-Universitäten ist. Dafür bräuchte man abgestimmte Ziele und Visionen und müsste darauf hinarbeiten, dass die verschiedenen Akteure, die es hier so gibt, also das Land NRW, die Kommunen und Verkehrsunternehmen, der VRR, der RVR, aber auch große Firmen und Entscheidungsträger aus der Politik an diesem Projekt arbeiten und es voranbringen. Letztendlich geht es darum, dass alle an einem Strang ziehen und sich durch gemeinsame Abstimmung in die Situation begeben, die Region in eine Vorreiterrolle beim Thema Mobilität oder noch größer gefasst bei der Energiewende zu positionieren. Das geht aber nur durch Zusammenarbeit aller beteiligten Akteure."

Zusammenfassende Überlegungen zum motorisierten Individualverkehr in der Metropole Ruhr

Die Fallstudien zum motorisierten Individualverkehr zeigen, dass auf der Zielebene eine zentrale Triebfeder die Diffusion der Elektromobilität und damit einhergehend auch die Erhöhung des E-Anteils im Verkehr ist. **Den Akteuren geht es primär darum, nachhaltigere Mobilitätsformen auf die Straße und an die Menschen zu bringen.** Dafür müssen Faktoren wie zum Beispiel das Mobilitätsverhalten und die kommunale Zusammenarbeit adressiert werden. Diese gesellschaftliche Herausforderung, den Klimawandel zu bewältigen, soll durch eine gemeinsame Vision und Kooperation in der Region realisiert werden. Damit kann auch eine Blaupause für andere Regionen im Bereich der nachhaltigen Mobilität geschaffen werden. Dieser ökologischen und auch sozialen Verantwortung sehen sich die Unternehmen und kommunalen Akteure verpflichtet. Auf der Informationsebene geht es darum, wichtige Informationen an die entsprechenden Akteure zu transportieren. Beispielsweise wurde ein Hemmnis darin gesehen, dass rechtliche Rahmenbedingungen nicht gegeben sind bzw. zu späteren Zeitpunkten gesetzt werden und somit eine Unsicherheit über Handlungsspielräume entsteht. An dieser Stelle wird auch die weitgehende Beschränkung auf das Instrument der öffentlichen För-

derung als „Allheilmittel“ als nicht zielführend gewertet. Weiterhin wird aus den Gesprächen klar, dass zur Mobilitätswende ganz stark die Vernetzung von Technologien und Akteuren durch zum Beispiel digitale Plattformen gehört. Ein weiterer wichtiger Punkt besteht darin, die Nutzerinnen und Nutzer über nachhaltige Mobilitätsoptionen aufzuklären. Auf Ebene des Ausführungssystems wird die Dominanz fossil betriebener Fahrzeuge im MIV und die noch sehr geringe Nachfrage nach Elektromobilität konstatiert. Nur durch bessere Rahmenbedingungen für die Elektromobilität kann daran gerüttelt werden. Dazu ist der flächendeckende und bezahlbare Ausbau von Ladeinfrastruktur – auch für die vielen Mieterinnen und Mieter in der Region – eine Grundvoraussetzung. Zusätzlich gilt es, Anreize für umweltfreundliche Mobilität durch zum Beispiel Parkraummanagement oder kommunales Mobilitätsmanagement zu schaffen. Ein Netzwerk von engagierten Akteuren im Bereich der nachhaltigen Mobilität ist nach Aussagen der Expertinnen und Experten in der Region gegeben. Nun gilt es, nachhaltige Mobilitätsoptionen auch in die Nutzung zu bringen.



Radverkehr – Beitrag des Radverkehrs für die Mobilitätswende

Eine weitere Maßnahme zur Reduktion der Treibhausgase im Verkehr ist die Verlagerung des motorisierten Individualverkehrs auf das Fahrrad. Betrachtet man den derzeitigen Anteil am Modal Split, wird deutlich, dass nur ein geringer Teil (11 %) der Wege mit diesem Verkehrsmittel zurückgelegt wird. Im Hinblick auf die gesamte Fahrleistung scheint das Fahrrad mit nur 3 % eine untergeordnete Rolle zu spielen. Weshalb also wird in vielen Studien auf das vermeintlich große Potenzial des Radverkehrs hingewiesen? Ganz einfach: **Über die Hälfte der Wege in Deutschland sind kürzer als fünf Kilometer und drei Viertel der Wege sogar kürzer als zehn Kilometer.**⁶¹ Mit dem Auto werden 44 % der unter fünf Kilometer und 76 % der bis zehn Kilometer entfernten Wege zurückgelegt.⁶² Diese Entfernungen lassen sich auch mit dem Fahrrad bewältigen. Das zeigen Nachbarländer, wie die Niederlande oder Dänemark eindrucklich, die Anteile von 27 % bzw. 18 % am Modal Split erreichen.⁶³ Auch einige deutsche Städte wie Münster oder Freiburg erzielen Anteile von einem Drittel am gesamten städtischen Verkehrsaufkommen.⁶⁴ Die Frage ist, weshalb es in der restlichen Republik nicht gelingt, das Fahrrad als wichtiges Verkehrsmittel zu etablieren. Dafür lassen sich mehrere Gründe finden. Zum einen ist die Radinfrastruktur flächenweise nur unzureichend ausgebaut. Das Bild des Straßenverkehrs wird geprägt durch überfüllte Straßen, auf denen Pkw, Lkw, Radfahrer und Fußgänger um Stadtflächen konkurrieren. Dies führt zu großem Konflikt- und Gefahrenpotenzial. Daraus leitet sich das zweite Hemmnis ab, nämlich die fehlende Sicherheit für Radfahrer. Entgegen des sinkenden Trends an Verkehrsunfällen und -toten im motorisierten Verkehr, ist die Anzahl im Bereich der Radfahrer kontinuierlich gestiegen.⁶⁵ Zwar wird an vielen Stellen daran gearbeitet, dass attraktive und sichere Radwege innerstädtisch oder in Verbindung mit dem Umland gebaut werden, bestes Beispiel ist der RS1 Radschnellweg Ruhr. Allerdings dauern solche Projekte sehr lange und kosten viel Geld. Die Bundesregierung hat eigens für die Stärkung des Radverkehrs einen Nationalen Radverkehrsplan (NRVP) entwickelt, mit dem Ziel bis 2020 den Anteil am Modal Split auf 15 % zu steigern. Vergleicht man allerdings die Summe, die das Bundesverkehrsministerium für den Radverkehr zur Verfügung stellt, mit der gesamten Mittelvergabe für den Verkehr (Stand 2018), so wird deutlich, dass es sich dabei mit rund 130 Mio. Euro um etwa 0,5 % des Gesamtbudgets (28 Mrd. Euro⁶⁶) handelt.⁶⁷ **Um vergleichbare Effekte wie in den genannten Nachbarländern zu erzielen, müssten die Investitionen zur Förderung des Radverkehrs stark ansteigen.** Folgendes Beispiel macht das deutlich: Fließen in Deutschland jährlich lediglich 5 Euro pro Einwohner in den Radverkehr, so sind es in den Niederlanden 11 Euro und in Dänemark ganze 36 Euro im Jahr.⁶⁸ Das zeigt auch die unterschiedliche Priorisierung und erklärt den guten Ausbau der Radinfrastruktur in diesen Ländern. Es gibt auch gute deutsche Beispiele fernab der bekannten „Fahrradstädte“: Das Land Berlin hat im Jahr 2019 ein neues Mobilitätsgesetz verankert, das dabei helfen soll, die Mobilitätswende zu gestalten. Dadurch konnte die jährliche Investition von vormals 2,40 Euro auf 14 Euro pro Einwohner gesteigert werden.⁶⁹ Der ADFC fordert sogar eine Aufstockung auf 30 Euro pro Einwohner im Jahr, damit das Radfahren als echte Alternative zum MIV etabliert werden kann.⁷⁰ Diese Investitionen machen sich lang-

fristig bezahlt. So hat ein Wissenschaftler der Universität Lund in Schweden errechnet, dass **Radfahrer pro gefahrenem Kilometer 30 Cent für die Gesellschaft erwirtschaften, wohingegen Pkw-Fahrer einen Schaden von 20 Cent pro gefahrenem Kilometer verursachen.**⁷¹ Der Studienautor hat in dieser Berechnung Parameter wie Klimawandel, Luftverschmutzung, Lärm, Landnutzung sowie Infrastruktur und die dazugehörigen Faktorkosten einbezogen und daraus die Werte hergeleitet.⁷² Um die Attraktivität des Radfahrens zu erhöhen, müssen vor allem Investitionen und Maßnahmen in die Sicherheit und Barrierefreiheit getätigt werden. Diskutiert werden auch politische Regulierungen wie die Einführung einer Geschwindigkeitsbegrenzung auf 30 km/h in Städten, eine angepasste Ampelschaltung für Radfahrer sowie Fahrradbrücken, die Wege verkürzen, um den Anteil am Modal Split zu erhöhen.⁷³ Die TU Dresden hat in einer Studie Verlagerungspotenziale untersucht und kommt zu dem Schluss, dass, wenn ein Viertel der kurzen Wege anstatt mit dem Pkw mit dem Fahrrad zurückgelegt werden würden, sich der Modal Split auf 16 % steigern ließe. Wenn die Hälfte aller kurzen Wege mit dem Zweirad getätigt werden würde, könnte sich der Anteil sogar auf 21 % erhöhen.⁷⁴ Dadurch könnten 39 Mio. Autokilometer und 3 % CO₂ pro Tag im Vergleich zu heute eingespart werden.⁷⁵ Weitere Verlagerungspotenziale sind im Wirtschaftsverkehr vor allem durch den Einsatz von (batterieelektrischen) Lastenrädern möglich, die Fahrten von Kraftködern, Pkw und leichten Nutzfahrzeugen ersetzen könnten. Das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) hat in einem für das BMVI erstellten Bericht sechs wesentliche Marktsegmente für die Nutzung von Fahrrädern im Wirtschaftsverkehr herausgearbeitet. Dabei handelt es sich um Post-, Kurier- und Paketdienstleistungen sowie Lieferdienste, Werk- und Personenwirtschaftsverkehr.⁷⁶ Die Potenziale gewerblicher Fahrradnutzung werden in dem Bericht zwischen 8-23 % der Fahrten und 1-4 % der Fahrleistung des gesamten Wirtschaftsverkehrs beziffert.⁷⁷ Weitere Potenziale könnten durch Fahrradverleihsysteme erzielt werden. Diese gehören nicht nur in Metropolen bereits seit einigen Jahren zum Stadtbild. Bike-Sharing wird insbesondere als Instrument zur Förderung der Multimodalität in Verbindung mit dem öffentlichen Verkehr gesehen. Ungewissheit herrscht über die gesetzlichen Rahmenbedingungen, da die Nutzungsbedingungen kommunal unterschiedlich gehandhabt werden.⁷⁸ Es liegt in der Handlungskompetenz der Kommunen zu bestimmen, welche Verkehrsfläche für welche Verkehrsteilnehmergruppen und in welchem Umfang (Gemeingebrauch oder Sondernutzung) nutzbar gemacht werden. Eine Studie der Universität Stuttgart und des Wuppertal Instituts kam zu dem Ergebnis, dass öffentliche Fahrradverleihsysteme das Potenzial für die Stärkung intermodaler Wegeketten besitzen und dadurch zu nachhaltigerem Mobilitätsverhalten beitragen können.⁷⁹ Eine Stichprobenbefragung mehrerer Modellstädte hat ergeben, dass sich 0,2 % der Jahreskilometer des MIV durch Bike-Sharing verlagern ließen, wenn eine Verhaltensanpassung der Bevölkerung stattfände.⁸⁰ Die Unternehmensberatung Roland Berger hat des Weiteren das weltweite Marktpotenzial bis 2021 auf 7-8 Mrd. Euro geschätzt und sieht diese Form der Mobilität als Vorboten eines zunehmend durch digitale Plattformen organisierten Verkehrsmarktes.⁸¹

Radverkehr in der Metropole Ruhr – Modellregion für interkommunalen Radverkehr

Um die Mobilitätswende umzusetzen, wird unter anderem auf die Stärkung des Umweltverbundes und im Speziellen auf die Förderung des Radverkehrs gesetzt. Dazu hat der Regionalverband Ruhr (RVR) eine Radwegplanung für das Ruhrgebiet ins Leben gerufen und ein Konzept erstellt, das am Ende ein Radwegenetz von 1.800 Kilometern hervorbringen soll. Insbesondere das Projekt RS1 Radschnellweg Ruhr soll dabei helfen, das Fahrrad als Alltagsverkehrsmittel in der Region zu etablieren. Parallel zur Autobahn A40 soll eine Radstrecke entstehen, die Berufspendler für ihren Weg zur Arbeit nutzen können. Teilabschnitte wurden zum Beispiel zwischen Essen und Mülheim an der Ruhr bereits fertiggestellt. Außerdem wurde eine Untersuchung für einen Radschnellweg Mittleres Ruhrgebiet erstellt. Da das Gesamtprojekt RS1 eine hohe Komplexität besitzt, ist noch nicht abzusehen, wann die geplanten 1.800 Kilometer vollständig fertiggestellt

werden. Derzeit arbeitet das Land NRW an einem Fahrradgesetz, das sich zum Ziel gesetzt hat, Nordrhein-Westfalen zum Vorreiter im Radverkehr zu machen und den Anteil am Modal Split auf 25 % zu erhöhen. Erste Eckpunkte wie zum Beispiel die Schaffung eines landesweiten Radwegenetzes und eine stärkere Vernetzung zwischen unterschiedlichen Verkehrsmitteln wurden vom Ministerium für Verkehr des Landes NRW vorgestellt.⁸² Daneben gibt es verschiedene Initiativen wie zum Beispiel „Aufbruch Fahrrad“ oder lokale Radinitiativen, die sich für den Fahrradverkehr im Ruhrgebiet einsetzen. Auch im Bereich des Bike-Sharings ist die Region durch die Präsenz des „metropolradruhr“ gut aufgestellt. Das international agierende Unternehmen nextbike ist mit seinen Leihrädern in zehn Ruhrgebietsstädten vertreten und bietet so die Möglichkeit, noch stärker den Radverkehr in Verbindung mit intermodaler Mobilität zu fördern.



Wie das metropolradruhr die Inter- und Multimodalität in der Metropole Ruhr fördert

Neben der Bedeutung des Fahrrades als eigenständiges Verkehrsmittel kann seine Rolle in der Verknüpfung von Wegekettensystemen bestehen. Eine Möglichkeit ist die Nutzung von mikromobilen Leihfahrzeugen, um von Verkehrsknotenpunkten zu einem bestimmten Ziel zu gelangen. Das Unternehmen nextbike bietet dazu ein Fahrradverleihsystem mit dem Namen „metropolradruhr“ für die Metropole Ruhr an und möchte so einen Beitrag zur Verkehrswende leisten. Herr Dennis Steinsiek, Leiter im Bereich Geschäftsentwicklung Mobilität des Unternehmens nextbike, erklärt die Chancen und Risiken für einen Fahrradverleihanbieter im Ruhrgebiet.

Herr Steinsiek, beschreiben Sie bitte kurz das Unternehmen nextbike und seine Rolle in der Mobilitätswende.

"Wir betreiben seit 2004 Fahrradverleihsysteme in der ganzen Welt und entwickeln die Technik und die Fahrräder selbst. Bei uns ist alles aus eigener Hand. nextbike bietet verschiedene Arten der Partnerschaft zum Beispiel mit Kommunen oder privatwirtschaftlichen Unternehmen an. Dabei kann es darum gehen, dass Kommunen nur die Dienstleistung von nextbike möchten und alles andere, was damit verbunden ist, selbst gestalten oder Unternehmen unser System für Mitarbeitermobilität nutzen. Eine weitere Möglichkeit ist die Nutzung der Räder als Werbefläche. Das heißt, unsere hauptsächlichen Kooperationspartner sind öffentliche Auftraggeber (Kommunen, Verkehrsgesellschaften) und an zweiter Stelle stehen Wirtschaftsunternehmen. Und zu der Rolle in der Mobilitätswende: Wir wollen Menschen, die gerade kein Fahrrad zur Hand haben, die Möglichkeit geben, diese Mobilitätsform dennoch nutzen zu können. Es geht nicht darum, das eigene Fahrrad zu ersetzen. Das ist nicht unser Anspruch. Sondern in Situationen, wie beispielsweise, wenn man mit dem ÖPNV unterwegs ist und aus verständlichen Gründen kein eigenes Fahrrad dabei hat, dennoch am Hauptbahnhof eins leihen zu können, um von A nach B zu kommen."

Seit wann ist nextbike im Ruhrgebiet vertreten und wie kam es dazu?

"Das metropolradruhr ist anlässlich des Projekts Ruhr.2010 entstanden, in dem Essen stellvertretend für das gesamte Ruhrgebiet ein Jahr lang zur Kulturhauptstadt ernannt wurde. Dabei handelte es sich um ein vom Bund gefördertes Projekt, in dem die Anschaffung der Infrastruktur für die Fahrräder finanziert wurde. Die beteiligten Städte stellten die benötigte Fläche für die Fahrradverleihsystemstationen kostenlos zur Verfügung. Am Anfang war die Idee, dass sich das System im Ruhrgebiet über die Einnahmen des Verleihs und der Werbung trägt. Es war aber nicht vorgesehen, dass sich die Städte mit direkten Geldern beteiligen. Nach relativ kurzer Zeit wurde aber klar, dass das so nicht funktioniert. Es war von Anfang an für 2.000 Fahrräder und 300 Stationen konzipiert. Jedoch waren die Kosten, um das System zu betreiben, das heißt, die Räder zu reparieren und umzuverteilen, höher als die geplanten Einnahmen. Das hatte u.a. den Grund, dass einige Ruhrgebietsstädte eine sehr anspruchsvolle Topografie haben. Beispielsweise liegen in drei der vier größten Städte, Dortmund – Essen – Bochum, die Universitäten entweder auf dem Berg oder im Tal. Das hat zur Folge, dass die Nutzerinnen und Nutzer nur einen Weg mit dem Rad zurücklegen. Und das wiederum erhöht den Umverteilungsaufwand. Und bei Unternehmen wie nextbike wird immer gedacht, dass sie sich von

selber finanzieren. Die Kunden bezahlen für die Ausleihe und es gibt Werbung auf den Rädern, aber dass dieser Aufwand im Hintergrund sehr groß ist, das wird oft vernachlässigt. Wir beschäftigen im Ruhrgebiet 14 fest angestellte Mitarbeiter, haben 4 Werkstätten und nochmal 13-14 Fahrzeuge, das muss alles bezahlt werden. Hinzu kommen Ersatzteile und in manchen Städten haben wir große Probleme mit Vandalismus. Und das wird dann selten berücksichtigt. Da ist die Bereitschaft, dafür zu bezahlen, in anderen Städten etwas größer. Und da merke ich auch oft, dass das Thema noch belächelt wird und man sagt: Es ist ein nice-to-have, aber so viel macht das auch nicht aus. Also ich möchte auch nicht sagen, so ein Fahrradverleihsystem wird alle unsere Verkehrsprobleme lösen. Aber es ist ein Bestandteil in dem Konstrukt der Verkehrswende. Und man merkt wirklich in anderen Städten, was damit geschaffen werden kann, wenn man es richtig macht."



Dennis Steinsiek, nextbike GmbH

Mit welchen Herausforderungen muss das Unternehmen in den Ruhrgebietsstädten umgehen?

"Wie ich bereits erwähnt habe, waren die Ausleihen im Ruhrgebiet am Anfang noch sehr überschaubar. Das metropolradruhr war im Jahr 2014 in einer finanziell sehr prekären Lage und wir kämpften darum, das Verleihsystem aufrechtzuerhalten. Denn für den Geschäftsführer, der das Unternehmen mitgegründet hat, war das Projekt eine Herzensangelegenheit und er hat daran geglaubt,

dass das System irgendwann durch die Decke geht. Wir haben also eine Offensive gestartet und mit Städten und Verkehrsunternehmen nach Lösungen gesucht. Den Anfang machte damals die Stadt Bochum gemeinsam mit der Ruhr-Universität Bochum, dem AKAFÖ und dem ASTA. Die sind schon 2013 in eine Testphase eingestiegen, in der das metropolradruhr in das Semesterticket integriert wurde. Damit konnten die Studierenden ein Fahrrad für einen gewissen Zeitraum (60 Minuten) pro Ausleihe kostenfrei nutzen. Mit dem Anteil konnte eine bessere Grundfinanzierung des Systems gewährleistet werden und der Verleih wurde in Bochum viel besser angenommen. Das hat einen kleinen Ruck bedeutet und danach sind viele weitere Hochschulen aus dem Ruhrgebiet dazu gekommen. Das heißt, vorher standen wir eigentlich fast mit leeren Händen da. Also, es gab Einnahmen, aber wir konnten unsere Mitarbeiter nicht richtig finanzieren, sondern mussten das quersubventionieren. Jetzt ist es so, dass wir mit den Einnahmen von den großen Partnern die Grundauslagen decken können, in manchen Städten besser und in manchen weniger gut. Dennoch decken die Einnahmen aus den Kooperationen mit den Hochschulen natürlich nicht alle Ausgaben. Wir haben im letzten Jahr festgestellt, dass die Fahrräder an ihr Lebensende gekommen sind. Hinzu kommt, dass man sich als Unternehmen auch in Richtung Elektromobilität und Cargobikes weiterentwickelt. Und da kann man natürlich nicht die ganze Verantwortung auf einen Akteur wie die Hochschulen abwälzen, auch wenn die Studierendenschaften es am meisten nutzen. In anderen Städten beteiligen sich die Städte direkt am System. Das gibt es im Ruhrgebiet noch nicht. Es gibt keine Stadt, die das Verleihsystem finanziell direkt unterstützt. Was es gibt sind Werbebuchungen oder punktuelle Unterstützung, und das hilft unserem Unternehmen natürlich auch weiter. Leider haben wir noch nicht die Situation, dass man sagen könnte: Es gibt eine gesicherte Finanzierung über eine längere Zeit, weil die Städte mit im Boot sind. Wir sind derzeit in vielen Gesprächen mit den Verkehrsunternehmen, aber man trifft von Stadt zu Stadt auf sehr unterschiedliche Konstellationen und Widerstände. Insgesamt ist die Affinität gegenüber dem Verkehrsmittel Fahrrad bei manchen Akteuren größer als bei anderen. Was man merkt ist, dass das Interesse insgesamt steigt. Ich habe das Gefühl, dass es bei manchen politischen Entscheidungsträgern und Entscheidern aber noch dauert. Auch wenn man sich das Thema Radschnellweg Ruhr anschaut, dann sind die Euphorie und das Interesse sehr groß, aber wie es dann umgesetzt wird, das ist teilweise sehr schleppend. Und dann gibt es Diskussionen, da geht es dann wieder um den Parkraum. Man kann zwei Aspekte identifizieren: Das Eine ist das politische Interesse. Und das Andere sind die finanziellen Mittel. Wenn wir das Ruhrgebiet mit anderen Regionen vergleichen, dann merkt man schon, dass die Zwänge einfach größer sind. Wenn man mit Verkehrsunternehmen in Süddeutschland spricht, dann sind Investitionen in solche Systeme einfacher zu realisieren als im Ruhrgebiet. Das liegt daran, dass die Verkehrsunternehmen im Ruhrgebiet zum Teil den politischen Auftrag haben, Gelder einzusparen, und dann tut man sich natürlich schwer, eine Entscheidung in Richtung Fahrradverleih durchzudrücken. Aber wenn man das ökonomisch betrachtet, dann sind Investitionen in Fahrradverleihsysteme "Peanuts" gegenüber anderen Infrastrukturen. Auch in E-Bike-Fahrradverleihsystemen: Erstmal hört sich das nach viel an, wenn man da sechs- bis siebenstelligen Beträge hat. Aber für das, was damit geleistet werden kann, ist das nicht teuer. Also, Corona macht die finanzielle Lage und natürlich auch die Lage der ÖPNV-Unternehmen gerade auch nicht leichter. Man muss generell schauen, wie sich das entwickelt. Aber ich glaube, wenn so ein ganzer Ruck durch die politischen Entscheidungsträger gehen würde, dass es insgesamt für die

Menschen günstiger und attraktiver wäre, mit dem ÖPNV und dem Fahrrad mobil zu sein, anstatt in das Auto zu steigen, dann ließe sich viel für den Umweltverbund gewinnen. Es gibt auch Studien, die belegen, dass ökonomisch gesehen jede Fahrt mit einem Fahrrad der Gesellschaft dient und jede Autofahrt die Gesellschaft etwas kostet, und man merkt schon, dass das noch nicht ganz angekommen ist. Und daran scheitern auch Innovationen manchmal, denn viele Städte im Ruhrgebiet würden beispielsweise auch gerne Pedelecs anbieten und wir sagen dann: Machen wir gerne, aber wir müssen sie auch bezahlen können. Und da gibt es dann einen großen Widerstand, weil die Bereitschaft oder auch Möglichkeit, für solche Systeme auch richtig Geld in die Hand zu nehmen, noch nicht gegeben ist, aus den bereits genannten Zwängen."

Welche Potenziale sehen Sie für das Ruhrgebiet im Bereich des Fahrradverleihs?

"Insgesamt hat sich die Situation des metropolradruhr sehr verbessert, und wir haben es jetzt geschafft, mit eigenen Mitteln die Flotte zu erneuern. Dabei helfen uns Kooperationen wie die sehr umfangreiche mit der Ruhrbahn oder im kleineren Umfang mit anderen Verkehrsunternehmen. Die Ausleihzahlen sind von vormals 0,3 auf ca. 1,5 Ausleihen pro Tag angestiegen. Das zeigt, dass wir auf dem richtigen Weg sind. Da ist im Vergleich zu anderen Städten und Regionen auf jeden Fall noch Potenzial nach oben. Wir hatten im Juni 2020 über 80.000 Ausleihen in dem System im Ruhrgebiet, und wenn man sich überlegt, dass wir vor 3-4 Jahren im gesamten Jahr vielleicht 250.000 Ausleihen hatten, dann sind das enorme Steigerungsraten. Das hätten wir uns früher gar nicht vorstellen können, und wir sehen ein riesiges Potenzial hier. Das System kann auch noch viel mehr leisten. Gerade diese Querverbindungen zwischen den Städten. Das ist eine Besonderheit, und das ist auch gut durchdacht. Und es ist im Ruhrgebiet so, man hat mit den Zügen gute Verbindungen über die Hauptbahnhöfe. Aber wenn man im Norden wohnt, wird es schwierig mit dem ÖPNV, weil man meistens erst zum Hauptbahnhof und dann wieder zurück zu den Stadtteil-Bahnhöfen muss, um an sein Ziel zu kommen. Und gerade flexible Verleihsysteme können an dieser Stelle sehr viel leisten. Da sehen wir mehr Potenzial für sehr viel mehr Räder im Ruhrgebiet, wir sehen Potenzial für E-Bikes und für Cargobikes. Wenn man sich den Verkauf von E-Bikes und von E-Lastenrädern anguckt, dann sieht man, dass da Elektromobilität stattfindet. Leider ist die öffentliche Unterstützung bislang noch gering für diese Verkehrsmittel. Andere Länder wie Italien oder Frankreich sind in dem Bereich schon viel aktiver geworden. Dabei haben wir im Ruhrgebiet so viel Platz, aber man hat noch immer wenig Platz für das Fahrrad. Das ist sehr schade. Deswegen kann ich zusammenfassend sagen, dass wir eine herausfordernde Situation im Ruhrgebiet vorfinden. Aber die Erfolge bezüglich der Verleihzahlen, die wir hier sehen, auch wirklich die Nutzung des Fahrradverleihsystems in Coronazeiten ist enorm. Wenn das noch damit einhergehen würde, dass wir Kunden gewinnen, die keine Vergünstigungen erhalten, zur Zeit fahren über 80 % mit einem Rabatt, dann wäre das für uns ein großer Erfolg. Bislang merkt man im Ruhrgebiet, im Gegensatz zu anderen Städten wie Köln oder Bonn, dass die meisten Pendler mit dem Auto unterwegs sind. Wenn es an dieser Stelle gelänge, mehr Menschen zu inter- oder multimodaler Mobilität zu motivieren, dann hätten wir auch hier im Ruhrgebiet einen großen Beitrag zur Mobilitätswende geleistet."

Zusammenfassende Überlegungen zur Rolle des Bike-Sharings in der Metropole Ruhr

Durch die **Stärkung des Radverkehrs wird auch eine Chance darin gesehen, inter- und multimodale Mobilität voranzubringen**. Ziel ist es, das Bewusstsein für den Radverkehr zu erhöhen und zu einer Alternative zum MIV zu erheben. Aus dem Gespräch wird ein Aspekt, der die Entwicklung hemmt, deutlich: Das Fahrrad wird als Verkehrsmittel für den Alltags- und Pendlerverkehr nicht als Alternative zum motorisierten Individualverkehr gesehen. Vor allem nicht von Akteuren, die Gestaltungsspielraum besitzen. Das Informationssystem spielt in dem dargestellten Beispiel eine tragende Rolle, da das Geschäftsmodell auf einer digitalen Plattform (Bike-SharingApp) fußt. Bike-Sharing ist in dieser Form nur durch die Digitalisierung möglich. Auf der Ausführungsseite wird die Dominanz des MIV, die im vorherigen Kapitel thematisiert wurde, bestätigt. Die meisten Pendlerinnen und Pendler nutzen im Ruhrgebiet das (eigene) Auto. Ein Faktor, der das Radfahren unattraktiv

macht, ist die fehlende Infrastruktur. Die meisten Hauptstraßen in den Ruhrgebietsstädten sind nicht für den Radverkehr ausgelegt, so dass das Fahrradfahren auf vielen (Haupt-)Straßen nicht sicher ist. Um das zu ändern, sind langwierige Genehmigungs- und Bauprozesse für die Erweiterung der Infrastruktur notwendig, was als eine wesentliche Barriere angesehen werden kann. Hinzu kommt, dass Bike-Sharing-Anbieter wie nextbike eine finanzielle Grundlage benötigen, um das System tragen zu können. Bislang fehlt hier aber die Einbindung des Verleihsystems durch Ruhrgebietskommunen. Diese scheinen deutlich andere Prioritäten als den Aufbau von Fahrradverleihsystemen zu haben. Dabei ist die Bedeutung des Fahrrades als Verkehrsmittel stark gestiegen und nextbike konnte seine Ausleihzahlen, wenn auch mit einer gewissen Vorlaufzeit, stark verbessern und sieht weiteres Potenzial in der Metropole Ruhr.



Öffentlicher Verkehr – Wie lässt sich der ÖPNV von morgen gestalten?

Der öffentliche Verkehr ist insbesondere in Ballungsräumen eine **zentrale Säule der Personenmobilität**. Jeden Tag werden 30 Mio. Fahrgäste mit Bus und Bahn befördert und damit 20 Mio. Autofahrten eingespart.⁸³ Dennoch besitzt er im nationalen Durchschnitt im Hinblick auf die zurückgelegten Wege nur einen Anteil von 10 % am Modal Split.⁸⁴ Allerdings steigen die Pendlerzahlen kontinuierlich an, so dass der ÖPNV mancherorts zu Stoßzeiten an seine Kapazitätsgrenzen kommt. Auf der anderen Seite wird eine Steigerung der Attraktivität öffentlicher Verkehrsmittel gefordert, um noch mehr Verkehr von der Straße auf die Schiene zu verlagern. Dafür sind jedoch zumindest flächenweise hohe Modernisierungs- und Investitionstätigkeiten notwendig.⁸⁵ Gleichzeitig lässt sich insbesondere in ländlichen Räumen eine abnehmende Fahrgastzahl beobachten, die unter anderem auf den demografischen Wandel und sinkende Schülerzahlen zurückzuführen ist.⁸⁶ Damit ist ein wirtschaftlicher Betrieb des öffentlichen Verkehrs nur schwer abzubilden. Aber auch in vielen Städten und Metropolen trägt sich der ÖPNV nicht von alleine, die Einnahmen aus den Ticketpreisen machen weniger als 50 % der zur Finanzierung notwendigen Mittel aus. Daher sind die Verkehrsunternehmen zu großen Teilen abhängig von öffentlichen Mitteln.⁸⁷ Die kommunalen Mittel können allerdings nicht die Qualitäts- und Modernisierungsansprüche finanzieren, die sich mit wachsenden Fahrgastzahlen ergeben. Daher wird händierend nach zukunftsfähigen Finanzierungsmodellen für die öffentliche Daseinsvorsorge im Personenverkehr gesucht.

Der öffentliche Verkehr ist im Vergleich zum motorisierten Individualverkehr ein relativ umweltfreundlicher Verkehrsträger, um Personen zu befördern. Das liegt an seinen niedrigen personenbezogenen Treibhausgasemissionen und der gleichzeitig hohen Fahrleistung. Vergleicht man die einzelnen Verkehrsmittel, wird der Unterschied zum Pkw noch deutlicher. Stößt dieser durchschnittlich 147 g pro Personenkilometer aus, so sind es beim Linienbus 80 g, die Straßen-, Stadt- und U-Bahnen liegen bei 58 g und Züge emittieren im Nahverkehr 57 g und im Fernverkehr 32 g pro Personenkilometer.⁸⁸ Gleichzeitig leistet der **öffentliche Personenverkehr innerhalb des Personenverkehrs 10 % der Fahrleistung**.⁸⁹ Jedoch zeigen Untersuchungen, dass der Umweltvorteil des ÖPNV in Zukunft schwinden könnte, falls sich die Zusammensetzung der Antriebsarten im kommunalen Nahverkehr nicht zugunsten alternativer Fahrzeuge verschiebt.⁹⁰ Derzeit basiert der Busverkehr auf der Nutzung von fast 98 % dieselbetriebener Fahrzeuge.⁹¹ Der Schienenverkehr ist hingegen zu 60 % elektrifiziert und hat somit gegenüber dem Busverkehr ein hohes Startvorteil.⁹² Der Ausbau und die Diffusion alternativer Antriebsarten und vor allem von Elektroautos geschieht in einer höheren Geschwindigkeit, als dies bei Fahrzeugen im ÖPNV der Fall ist. Hinzu kommt, dass mit Effizienzverbesserungen nicht nur Emissions-, sondern auch Energiekostenreduktionen einhergehen, die bei steigenden Strompreisen ein nicht zu vernachlässigendes Argument darstellen.⁹³ Ein Blick auf die Verkehrsleistung lässt einen weiteren Trend erkennen.

Im Jahr 2018 wurden insgesamt 137.257 Mio. Personenkilometer im ÖPNV geleistet, das bedeutet ein Plus von 1,6 % im Vergleich zum Vorjahr. Klarer Gewinner ist der Eisenbahnverkehr, welcher um 2,6 % zulegte, wohingegen der Bus- und Straßenbahnverkehr um 0,5 % gegenüber dem Vorjahr sank.⁹⁴

Zusätzlich kommen verschärfte regulatorische Vorgaben auf den öffentlichen Verkehr zu. Die „Clean Vehicles Directive“ der Europäischen Kommission wird die öffentliche Beschaffung neuer Fahrzeuge ab 2021 regeln (Quotensysteme und Definition unterschiedlicher Fahrzeugklassen und deren „Saubereit“). Die Ziele bestehen darin, schrittweise die öffentlichen Aufträge für umweltfreundliche Busse bis 2025 auf bis zu 25 %, bis 2030 sogar auf 33-66 % (je nach BIP des jeweiligen Landes) zu erhöhen.

Sowohl im öffentlichen Straßen- wie auch im Schienenpersonenverkehr wird von einem Anstieg der Verkehrsleistung ausgegangen. Dabei wird eine Verlagerung vom motorisierten Individualverkehr durch den Umstieg auf Bus und Bahnen angenommen.⁹⁵ Das Wuppertal Institut geht in einer Modellierung, die ein Dekarbonisierungsszenario⁹⁶ für das Zieljahr 2035 betrachtet, davon aus, dass der schienengebundene Personenverkehr bis zum Zielhorizont weitestgehend elektrifiziert sein wird.⁹⁷ Laut einer Studie der NOW GmbH kommen zusätzlich Hybridzüge in Frage. Das Potenzial wurde kürzlich untersucht und dabei festgestellt, dass in den nächsten fünf bis zehn Jahren ein deutlicher Flottenerneuerungsbedarf bestehen wird und im Rahmen der Neubeschaffung der Mehrkostenaufwand im Vergleich zu Diesel- oder Elektrozügen relativ gering ausfallen würde. Der Vorteil von Hybridzügen wird darin gesehen, dass langlaufende Strecken mit einem geringen Elektrifizierungsgrad nicht mit weiteren Oberleitungen bestückt werden müssten und die Hybride eine deutlich höhere Reichweite erzielen könnten. Die milliardenschwere Modernisierungsoffensive des Bundes, die bis 2030 rund 11 Mrd. Euro für den öffentlichen Verkehr in Aussicht stellt, könnte solche Vorhaben begünstigen. Allerdings kommen langwierige Genehmigungs- und Planungsprozesse als Hindernis dazu. Die Studie stellt aber auch heraus, dass für Pendlerstrecken, die hohe Taktfrequenz und hohe betriebliche Relevanz besitzen, eine vollständige Elektrifizierung über Oberleitungen wirtschaftlich am sinnvollsten wäre. Während man also im Schienenverkehr (Regional- und Fernverkehr) davon ausgeht, dass es nahezu zu einer vollständigen direkten Elektrifizierung kommt, ist die Situation im Nahverkehr (Busse, Straßenbahnen, U-Bahnen) deutlich diversifizierter, weil unterschiedliche Technologien (Elektro-, Hybrid-, Oberleitungs- und Wasserstoffbusse) in Anwendung kommen und zueinander in Konkurrenz stehen könnten. Das Szenario des Wuppertal Instituts empfiehlt für den straßengebundenen ÖPNV einen Mix aus batterieelektrischen Fahrzeugen und Wasserstofffahrzeugen.⁹⁸

Öffentlicher Verkehr in der Metropole Ruhr – Ein wichtiger Pfeiler für eine nachhaltige und vernetzte regionale Mobilität

Der öffentliche Verkehr im Ruhrgebiet besitzt ein **dichtes ÖPNV-Netz**, insbesondere in den Ballungsgebieten. Eine Vielzahl von Regionalzügen, S-Bahnen, Bussen sowie U- und Straßenbahnen befördern tagtäglich Tausende von Fahrgästen.⁹⁹ Betrachtet man den Anteil am Modal Split, wird deutlich, dass dennoch nur 10 % des Verkehrsaufkommens auf den ÖPNV entfallen.¹⁰⁰ Das entspricht zwar dem Landes- und Bundesdurchschnitt, liegt aber unter dem Anteil anderer Metropolen, die durchschnittlich 20 % erzielen.¹⁰¹

Der öffentliche Verkehr (Personen- und Schienennahverkehr) wird in Nordrhein-Westfalen seit der Bahnreform 1996 in weiten Teilen durch kommunale und regionale Trägerschaft geplant, organisiert und finanziert.¹⁰³ Mit der Novellierung des ÖPNV-Gesetzes 2008 wurden die Aufgaben für den ÖPNV und SPNV auf drei Zweckverbände aufgeteilt. Der öffentliche Nahverkehr wird im Ruhrgebiet durch den Verkehrsverbund Ruhr (VRR) als Zweckverband für die Region und kommunalen Verkehrsunternehmen betrieben. Der VRR ist dabei schwerpunktmäßig für den Schienenpersonennahverkehr und die Verkehrsunternehmen sind für die Bus, Straßen- und U-Bahnen verantwortlich. Die Finanzierung der Betriebskosten des ÖPNV erfolgt über Fahrgelderlöse, Ausgleichszahlungen für ermäßigte Beförderung (zum Beispiel Schüler- und Seniorentickets), zusätzliche kommunale Finanzzuweisungen und sonstige Einnahmen der Verkehrsbetriebe. Infrastrukturmaßnahmen (Aus- und Neubau) werden durch Landeszuweisungen und kommunale Zuweisungen finanziert.¹⁰⁴ Im Ruhrgebiet ist die finanzielle Situation jedoch stellenweise sehr angespannt, da in manchen Kommunen lange Zeit relativ wenig Mittel für den ÖPNV zur Verfügung standen.¹⁰⁵ Durch das Gemeindeverkehrsfinanzierungsgesetz (GVFG) kann der Bund den Ländern Mittel zur Verbesserung der Verkehrsverhältnisse zur Verfügung stellen und hat in einer Offensive zur Stärkung des öffentlichen Personennahverkehrs eine Verdopp-

lung der Gelder (von rund 300 Mio. auf über 600 Mio. Euro im Jahr) in Aussicht gestellt. Zusätzlich sollen die GVFG-Mittel ab 2021 auf 1 Mrd. Euro jährlich steigen.¹⁰⁶ Allerdings zeigt sich in der Statusquo-Betrachtung, dass zwar die Einnahmen (auch aus den Fahrerlösen) steigen, aber die Anzahl der Fahrten im VRR seit 2011 stagniert.¹⁰⁶ Das hat verschiedene Gründe. Zum Teil sind einige Kommunen im Ruhrgebiet (insbesondere im ländlichen Raum) schlecht oder gar nicht an das Schienennetz angebunden.¹⁰⁸ Andererseits sind Fahrgäste mit der Qualität des ÖPNV, insbesondere im Hinblick auf die Pünktlichkeit und Sauberkeit, eher unzufrieden.¹⁰⁹ Nicht zuletzt kommen Herausforderungen wie ein dezentral organisiertes, zersplittertes Streckennetz mit teils uneinheitlichen Spurweiten im U-/Straßenbahnnetz hinzu. Insgesamt fehlt es bislang an nachfrageorientierten und innovativen Angeboten, die den Umstieg auf Bus und Bahn in der Metropole Ruhr befördern. **Die Region befindet sich in einer Phase, in der die kommunalen Verkehrsbetriebe versuchen, sich neu zu formieren und neue Antriebe, Geschäftsmodelle und Kooperationen auszuprobieren.** Das zeigt der pilothafte kommunale Einsatz neuer Fahrzeugarten mit alternativen Antriebsformen, die Bereitstellung von nachfrageorientierten Angeboten wie zum Beispiel On-demand-Verkehr oder die Testung einer neuen Tarifform im VRR-Gebiet. Das Projekt „nextticket“ untersucht die Einführung eines elektronischen Tarifs, der auf einer kilometerbasierten Abrechnungsform beruht.¹¹⁰

Die zwei nachfolgenden Beispiele zeigen, wie kommunale Akteure Initiative in Richtung einer Optimierung des öffentlichen Verkehrs ergreifen und neue Ideen in der Region umsetzen. Ziel der Bemühungen ist, die Kunden weiterhin zu binden und ein attraktives Angebot für den Umstieg vom MIV auf den ÖPNV zu entwickeln.

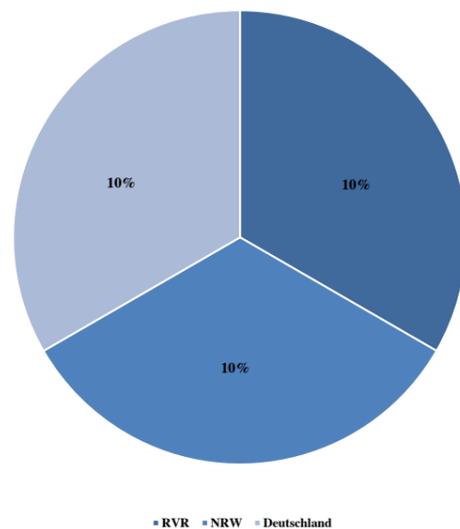


Abb. 7: Modal Split des ÖPNV im Vergleich (eigene Darstellung)¹⁰²

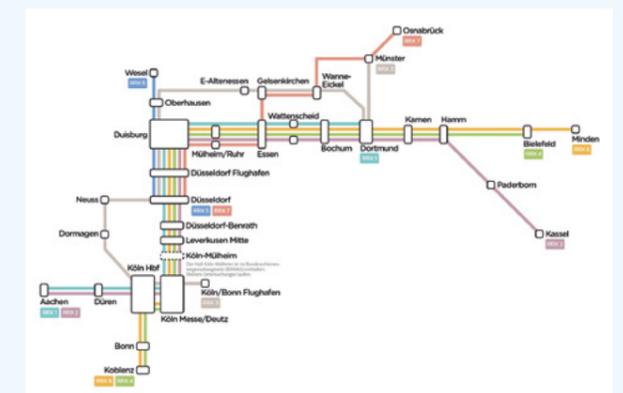
Mit dem Rhein-Ruhr-Express (RRX) durch die Metropole Ruhr – Stärkung des Personenschienenverkehrs durch Investition in die Infrastruktur

Das Schienennetz zur Beförderung von Personen ist in der Metropole Ruhr dadurch geprägt, dass es vor allem im Ballungskern sehr dicht ist. Die vorhandenen Regionalverbindungen binden die einzelnen Städte im Ballungsgebiet an die Nachbarstädte und die ländlichen Räume innerhalb des Ruhrgebiets. Dabei ist die Ost-West-Achse sehr gut ausgebaut und die Strecke zwischen Köln über Düsseldorf, Duisburg, Essen, Bochum, Dortmund nach Hamm die relevanteste Achse. Hingegen wurde die Nord-Süd-Achse im Hinblick auf das Schienennetz bislang weitestgehend vernachlässigt und einzelne Städte wie zum Beispiel Bergkamen, Schermbeck oder Waltrop besitzen keine Anbindung. Die Taktung der jeweiligen Verbindungen ist ebenfalls unterschiedlich gut ausgeprägt. Weist beispielsweise die Stadt Essen eine sehr dichte Taktung auf, so verkehren im Emscher-Lippe-Raum (insbesondere zwischen Bottrop und Haltern) die Züge lediglich im Stundentakt. Betrachtet man die Qualität des Schienenverkehrs, fällt die hohe Auslastung einzelner Strecken insbesondere zwischen den Städten im Ballungskern (Duisburg, Essen, Bochum, Dortmund) auf. Als Reaktion wurde eines der größten Infrastrukturprojekte des Landes Nordrhein-Westfalen gestartet, das diese Streckenabschnitte entlasten soll. Der Rhein-Ruhr-Express (RRX) wurde im Jahr 2006 beschlossen und fährt heute (Stand Juni 2020) die überregionalen Linien RE11 (zwischen Düsseldorf und Kassel-Wilhelmshöhe), RE5 (zwischen Wesel und Koblenz) und RE6 (zwischen Minden und Köln/Bonn Flughafen). Herr Peter Krichel vom Verkehrsverbund Rhein-Ruhr (VRR) ist Mitarbeiter im Bereich Wettbewerbsverfahren im Schienenpersonennahverkehr und erklärt den langwierigen Prozess des RRX-Projektes und die damit verbundenen Herausforderungen.

Was waren die wesentlichen Treiber für die Initialisierung des RRX-Projektes?

"Eine Entwicklung, die wir im Schienenpersonennahverkehr seit vielen Jahren beobachten, sind die steigenden Fahrgastzahlen. Anders als im kommunalen Nahverkehr, wo man mit Mühe beim Status quo bleibt, weil sich zum Beispiel die Schülerzahlen verringern, nutzen schon heute über zwei Millionen Menschen täglich den Regionalverkehr in NRW und die Tendenz ist steigend. Aufgrund der hohen Auslastung kommt es folglich zu Verspätungen und Ausfällen auf den zentralen Strecken. Daher wurde im Jahr 2006 von der Landesregierung beschlossen, eines der größten Infrastrukturprojekte im Schienenpersonennahverkehr umzusetzen. Es wurde ein neues Konzept erstellt, das die Pendlerströme zwischen dem Ruhrgebiet, dem Rheinland und Westfalen noch besser steuert. Im Viertelstundentakt sollen auf der Hauptachse Dortmund – Essen – Duisburg – Düsseldorf – Köln Regionalzüge fahren. Für diese Linien wurden neue Züge bestellt, die hundertprozentige Verfügbarkeit sicherstellen sollen. Hundertprozentige Verfügbarkeit meint: Wir haben ab Dezember 2020 84 RRX-Züge und wir brauchen 79 für den täglichen Betrieb, die einsatzbereit sein müssen. Die übrigen 5 Züge stehen für die Instandhaltung zur Verfügung. Der Hersteller ist auch für 30 Jahre für die Instandhaltung verantwortlich. Die Hersteller haben sich viele Gedanken darüber gemacht, was man noch optimieren könnte und da bekommt die

Digitalisierung auch ganz klar eine Schlüsselrolle. Die Bauteile werden im täglichen Betrieb überwacht und melden den täglichen Status. Die Systeme sind selbstlernend und können vorhersagen, dass beispielsweise eine Tür innerhalb der nächsten Tage ausfallen könnte, weil die Erfahrungswerte darauf hindeuten. Und dann kann diese Tür präventiv repariert oder ausgetauscht werden, bevor der tatsächliche Ausfall eintritt. Und das ist nur ein Beispiel für die Optimierung der neuen Züge, die auf den RRX-Linien eingesetzt werden."



Welche weiteren Veränderungen gibt es im Schienenpersonennahverkehr im VRR-Gebiet?

„Wir haben in den letzten Jahren das Leistungsangebot stark ausgedehnt. Es fahren seit 2010 rund 15 % mehr Züge im VRR-Gebiet. Das liegt daran, dass es einmal Ausschreibungsgewinne gab, die sehr viel Optimierungspotenzial entfalten konnten. Diese Effekte werden sich in dieser Stärke nicht wiederholen lassen. Das heißt, nochmal in einem solchen Umfang ausweiten zu können, wird unter den derzeitigen Rahmenbedingungen nicht realistisch umsetzbar sein. Wir haben weiterhin die Taktung der S-Bahnen im VRR gutachterlich untersuchen lassen und die Analysen ergaben, dass durch eine Taktänderung Effizienzgewinne erzielt werden könnten. Seit Jahrzehnten führen die meisten S-Bahn-Linien unter der Woche, unabhängig von der tatsächlichen Fahrgastnachfrage, im 20-Minuten-Takt. Nun haben wir Abschnitte mit viel Potenzial gestärkt durch häufigere Fahrten oder überlagerte Express-Linien und andererseits als Kompensation Abschnitte bzw. Stationen geschwächt, die eine geringere Nachfrage aufweisen. Klar, stößt man leider einige Kunden vor den Kopf, wenn auf einigen Strecken seltener Züge fahren, aber letztlich überwiegen die Vorteile im Gesamtsystem, wenn hoch frequentierte Abschnitte öfter befahren werden. Und wir wollen ganz klar in den nächsten Jahren die Dieselmotoren ersetzen. Das sind zurzeit im VRR etwa 20 %, die wir nicht von heute auf morgen ersetzen können, das braucht eine gewisse Vorlaufzeit. Und man muss auch schauen, ob es auf gewissen Strecken überhaupt sinnvoll ist, zum Beispiel in Richtung Sauerland, da fahren die Züge sehr weite Strecken. Aber wir sind im Schienenpersonennahverkehr auf einem guten Weg.“



Welche Barrieren sind bei der Umsetzung von solchen Projekten ausschlaggebend?

„Da kann ich zwei wesentliche Hemmnisse herausstellen. Infrastrukturprojekte im Schienenverkehr sind mit großen Herausforderungen verbunden. Allein das Planfeststellungsverfahren dauert mehrere Jahre. Einerseits werden solche großen Vorhaben wenig akzeptiert und bedürfen großer Abstimmungsverfahren. Andererseits hängen die Projekte von den Planungskapazitäten der Ingenieurbüros und Baufirmen ab. Hier kommt ein extremer Fachkräftemangel erschwerend hinzu. Und dadurch können sich solche Vorhaben nochmal verzögern. Und drittens reden wir hier von enormen Kosten, wenn Infrastruktur gebaut und vor allem instand gehalten werden soll. Das wird oft vergessen. Also wir benötigen eigentlich einen Vorlauf von fast 10 Jahren, das ist ein riesen Hemmnis. Die Dynamik der Mobilitätswende verlangt jedoch viel schnellere Prozesse, aber im Bereich des Schienenverkehrs ist so etwas nicht von heute auf morgen realisierbar. Hinzu kommt noch, dass wir an die Kapazitätsgrenzen des Netzes stoßen und somit eine weitere Verlagerung von der Straße auf die Schiene im Personenverkehr praktisch nicht umsetzbar ist. Ein zweites und ganz wesentliches Hemmnis ist die Finanzierung des SPNV. Denn über Preissteigerungen bei Tickets sind solche Projekte nicht abbildbar, das kann man den Kunden nicht mehr zumuten. Hier entsteht eine Diskrepanz zwischen dem Erweierungsanspruch und der Akzeptanz.“

Vom traditionellen Personenbeförderer zum modernen Mobilitätsdienstleister – Wie die Duisburger Verkehrsgesellschaft (DVG) mit "myBUS" auf die Anforderungen der Mobilitätswende reagiert

Kommunale Verkehrsbetriebe stehen vor weitreichenden Herausforderungen im Zuge der Mobilitätswende und versuchen durch die pilothafte Erprobung neuer Mobilitätskonzepte (zum Beispiel On-demand-Verkehr) und Antriebsformen (zum Beispiel Elektrobusse) sich für die Zukunft der Nahmobilität zu rüsten und damit auch neue Fahrgäste zu gewinnen. Im Rahmen von Geschäftsfeldanalysen werden auch Potenziale der Digitalisierung ausgelotet. Genau durch diese Analysen hat die Duisburger Verkehrsgesellschaft (DVG) eine Lücke in ihrem Angebot aufgedeckt und die Erkenntnis genutzt, um etwas Neues auszuprobieren. Frau Birgit Adler, Bereichsleiterin Betrieb und Markt bei der DVG und Projektleiterin von myBUS, hat im Gespräch den Weg von der Idee bis zur Umsetzung nachgezeichnet und über die Hürden, die eine kommunale Verkehrsgesellschaft bei einem solchen Projekt bewältigen muss, berichtet.

Frau Adler, wie kam es dazu, dass die DVG das Projekt myBUS gestartet hat?

"Nachfragebasierte Angebote sind ein wichtiger Baustein für die Mobilität der Zukunft. Im digitalen Zeitalter lassen sich Verkehrsangebote vernetzen, Prozesse verknüpfen und daraus neue Angebote schaffen. Es ist wichtig, neue Wege zu gehen, um unseren Fahrgästen flexible und individuelle Lösungen zu bieten. Gemeinsam mit dem Start-up door2door aus Berlin, haben wir das neue Mobilitätsangebot myBUS auf die Straße gebracht. In Schwachverkehrszeiten und Randgebieten sind teilweise große Fahrzeuge unterwegs, in denen nicht viele Fahrgäste sitzen, weil die Nachfrage zu dem Zeitpunkt sehr gering ist. Das ist sowohl ökologisch als auch ökonomisch nicht sinnvoll. Es ging also darum, ein nachfrageorientiertes Angebot zu schaffen, das mit bedarfsgerechten Fahrzeugen die Angebotslücke in den Abendstunden schließt. myBUS fährt von der eigenen Haustür bis zum Ziel und das ohne Haltestellen und ohne einen Fahrplan. Wir sehen darin nur Vorteile, der Fahrgast hat ein flexibles Angebot und es ist umweltverträglicher, weil die Fahrten gebündelt werden und es so zu keinen Leerfahrten kommt. Auch der Einsatz von Elektrofahrzeugen könnte zukünftig in Frage kommen. Dennoch müssen wir im Rahmen unserer Pflichten zur Daseinsvorsorge gewährleisten, dass auch Linien, die nicht so oft genutzt werden, in einem gewissen Umfang bedient werden. Diese Linien fahren meistens aber nur bis 19 oder 20 Uhr. Und wenn dann beispielsweise junge Leute abends gerne unterwegs sein möchten, dann wäre es schön, wenn wir als Verkehrsgesellschaft trotzdem ein Angebot schaffen, das sich auf solche Bedürfnisse bezieht. Und genau an dieser Stelle dockt das Projekt myBUS an. myBUS ist zudem eine Innovation für einen modernen Nahverkehr und ist eine perfekte Ergänzung des

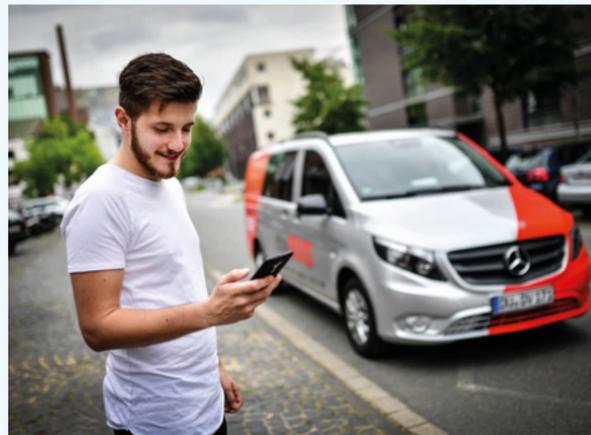
bestehenden Verkehrsangebotes. Und ein zweiter und ganz wesentlicher Punkt ist, dass wir als Konzern auf die neuen Anforderungen nicht reagieren, sondern aktiv agieren wollten. Uns war wichtig, auf die neuen Marktgeschehnisse vorbereitet zu sein und nicht überrannt zu werden. So waren wir auch das erste Verkehrsunternehmen bundesweit, das ein solches Angebot eingeführt hat."

Wie kann ich mir als Kunde das Konzept von "myBUS" vorstellen?

"Alles läuft digital per App – von der Buchung bis zur Bezahlung. Fahrgäste müssen sich einmal registrieren. Per Smartphone können die Kunden ihre Fahrtwünsche unter Angabe des Abfahrts- oder Ankunftszeitpunktes und Anzahl der mitfahrenden Personen angeben. Die Routen für den myBUS werden entsprechend des jeweiligen Bedarfs berechnet. Diese Routenberechnungen werden unmittelbar auf die Navigationssysteme der Fahrzeuge geladen. Die Fahrer bekommen alle nötigen Informationen zur Navigation, den Fahrgästen und der Bezahlung. Fahrgäste sehen die Wartezeit, die Fahrtzeit, den Namen des Fahrers und das Nummernschild. In Echtzeit können sie dann die Ankunft des Kleinbusses verfolgen. Der Ticketpreis wird vom Konto abgebucht. Im Hintergrund werden neue Anfragen über ein System gebündelt, und die Route wird so geplant, dass mehrere Fahrgäste mit einem ähnlichen Weg gemeinsam fahren. Fahrgäste teilen sich also die Fahrten, dabei können maximal fünf Fahrgäste in einem Bus mitfahren."

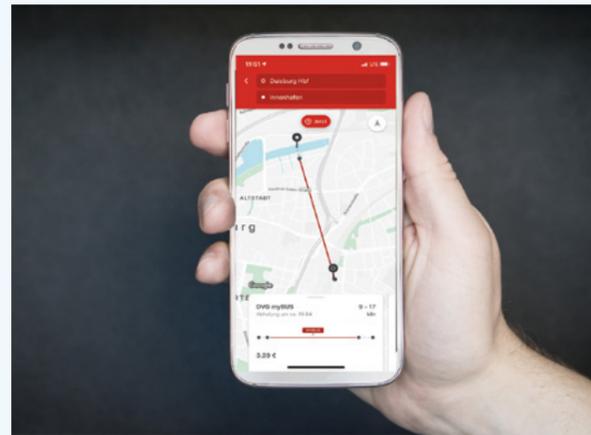
Welche Herausforderungen ergeben sich, wenn ein traditioneller Verkehrsbetrieb wie die DVG in eine neue Richtung geht und On-demand-Verkehr anbietet?

"Die Situation, die wir heute im ÖPNV haben, ist folgendermaßen: Die Busse, Straßen- und U-Bahnen fahren einen festen Weg mit festen Abfahrtszeiten und festen Haltepunkten. Dieses Konzept hat sich über Jahre etabliert und bewährt. Wir müssen heute jedoch auch die Dynamik, die im Bereich Mobilität existiert, berücksichtigen. Wir sehen auch bei den anderen Verkehrsbetrieben, dass vieles ausprobiert wird. Pilotprojekte ermöglichen uns, neue Systeme zu testen, Fahrgastmeinungen einzuholen und Erfahrungen zu sammeln. Die Digitalisierung macht es möglich, Kooperationen mit neuen Unternehmen einzugehen, so wie gemeinsam mit door2door, dem Plattformanbieter von myBUS. Denn das gemeinsame Ziel aller kommunalen Verkehrsunternehmen sollte sein, die Rolle als führender Mobilitätsanbieter in der Stadt zu behalten und Wegekette stärker zu berücksichtigen. Das erfordert in vielen Bereichen ein Umdenken. Wichtig ist dabei immer, die Bedürfnisse der Fahrgäste im Blick zu haben."



Welche Hürden müssten überwunden werden, wenn wir eine Plattform für das gesamte Ruhrgebiet entwickeln wollen würden?

"Wenn man so eine Plattform haben möchte, auf der für die gesamte Region und nicht nur für die eigenen Stadtgrenzen alles organisiert wird, muss man diverse Akteure zusammenbringen. Das bedeutet, sie müssen ihre Systeme öffnen, damit Schnittstellen programmiert werden können. Sie müssen den gleichen Finanzdienstleister akzeptieren, über den die Bezahlung der Tickets läuft. Es müssen Erfahrungen und Know-how gesammelt werden, wie solche Systeme funktionieren. Zusätzlich kommt Klärungsbedarf hinzu, sobald weitere Sharing-Anbieter (Car- und Bike-Sharing) in die Plattform integriert werden wollen. Das ist gar nicht so einfach, weil jeder Akteur seine eigenen Interessen hat. Dazu benötigt man die entsprechenden Kapazitäten, also Personal, das primär für das Projekt arbeitet. Im Moment gibt es außerdem zu wenig Unternehmen, die solche Plattformen zur Verfügung stellen. Leider gibt es auch häufig lange Abstimmungsprozesse. Kommunale Akteure stehen zudem vor dem Dilemma, dass zum Beispiel die Planung, Beschaffung und Genehmigung neuer Fahrzeugtypen Jahre dauern kann. Das kann Projekte erschweren und verzögern. Ich denke, ein neues nachfrageorientiertes System zu entwickeln, ist ein Meilenstein in der Geschichte der Verkehrsunternehmen."



Zusammenfassende Überlegungen zum öffentlichen Personennahverkehr in der Metropole Ruhr

Die zwei Beispiele zeigen zum einen die Herausforderungen, die sowohl im öffentlichen Personen- wie auch im Schienennahverkehr im Ruhrgebiet bewältigt werden müssen. Zum anderen werden Lösungsansätze vorgestellt, die die Zukunftsfähigkeit des öffentlichen Verkehrs sichern sollen. Die Verlagerung des motorisierten Individualverkehrs auf die Schiene ist ein von der Politik definiertes Ziel und gerne genommenes Instrument. Das Beispiel des RRR zeigt allerdings, dass die Bereitstellung von mehr Zügen mit hohem zeitlichen und finanziellen Aufwand verbunden ist. Mit Hilfe der Digitalisierung werden die Züge allerdings immer weiter optimiert und sollen so für einen nahtlosen Verkehr sorgen. Das kann aber die Problematik der in Teilen sehr hohen Auslastung gewisser Strecken im Ausführungssystem nicht lösen. **Die Devise „Mehr Menschen auf die Schiene bringen“, stößt hier an seine Kapazitätsgrenzen.** Die zukünftige Rolle der kommunalen Verkehrsunternehmen wird in dem zweiten Beispiel eindrücklich skizziert. Maßgebliche Zielsetzung ist hier die **Sicherstellung der eigenen Kompetenzen vor Ort als Mobilitätsanbieter bzw. als Mobilitätsdienstleister.** Dabei ist es wichtig, neue Geschäfts-

modelle und Partnerschaften zu erproben und sich den Anforderungen des dynamischen Marktes im Segment der Nutzfahrzeuge zu stellen. Insgesamt lässt sich eine Tendenz zu mehr nachfrageorientierter und weniger angebotszentrierter Mobilität im öffentlichen Verkehr feststellen. Dieser Trend kollidiert im lokalen Nahverkehr aber noch mit gesetzlichen Rahmenbedingungen, insbesondere dem Personenbeförderungsgesetz, das beispielsweise Kooperationen zwischen traditionellen Verkehrsanbietern und neuen Akteuren erschwert. Eindeutig lässt sich herausstellen, dass in der Digitalisierung eine Chance gesehen wird, den ÖPNV zukunftsfähiger und attraktiver für Kunden zu gestalten. Für das Ausführungssystem des regionalen Nahverkehrs lässt sich konstatieren, dass es weitestgehend noch von konventionell betriebenen Fahrzeugen geprägt ist. Es finden sich auch Pilotanwendungen, in denen Elektro- und Wasserstoffbusse getestet werden in der Metropole Ruhr. Weitaus stärker ist die Elektrifizierung des Schienennahverkehrs vorangeschritten. Hier werden auch Wasserstoff- und Hybridzüge auf einzelnen Strecken erprobt.



Güterverkehr – Alternative Antriebsformen für den Transport

Der Güterverkehr ist, obwohl er laut Studien nicht die größten CO₂-Reduktionspotenziale besitzt, dennoch ein **wichtiger Hebel bei der Dekarbonisierung des Verkehrs**. Denn er ist für ein Viertel der emittierten Treibhausgase im Verkehr verantwortlich und benötigt ein Viertel der Endenergie mit steigender Tendenz.¹¹² Die Gründe dafür sind der steigende internationale Handel, ein überproportionales Wachstum der Verkehrsleistung und der sogenannte „Güterstruktureffekt“.¹¹³ Die Struktur des Gütertransports ändert sich weg vom Massenguttransport (zum Beispiel Kohle) hin zu immer mehr einzelnen kleineren Transporten. Dabei ist die Straße der Haupttransportweg. Über inländische Lkws wurden 3,2 Mrd. Tonnen Güter transportiert. Das macht einen Anteil von fast 80 % der Güter und 72 % der Beförderungsleistung¹ aus. Eisenbahnen sind im Güterverkehr der zweitwichtigste Verkehrsträger: Über die Schiene wurden 349 Mio. Tonnen Güter transportiert. Das waren knapp 8 % der transportierten Güter. Im Hinblick auf die Beförderungsleistung macht das 17 % aus. Der Seeverkehr ist ebenfalls ein relevanter Transportweg, um Güter zu bewegen. Über 6 % der Güter wurden so transportiert.² Die Binnenschifffahrt war für 8 % der Beförderungsleistung verantwortlich und transportiert fast 5 % der Güter über den Seeweg. Der Luftverkehr wird gemeinsam mit Rohrleitungen, über die beispielsweise Rohöl an Raffinerien transportiert wird, abgebildet. Mit knapp 3 % an Beförderungsleistung und 2 % der beförderten Güter spielen diese Verkehrsträger im Güterverkehr nur eine untergeordnete Rolle.¹¹⁴ Insgesamt wurden im Güterverkehr 4,6 Mrd. Tonnen und 666 Mrd. Tonnenkilometer transportiert (vgl. Abb. 8).¹¹⁵ Betrachtet man die Länge der Transportstrecken, fällt auf, dass der Transport per Lkw für kürzere Strecken (durchschnittlich 132 km) und für längere Strecken der Schienenweg gewählt wird (durchschnittlich 309 km).¹¹⁶ Neben dem wichtigsten Umschlagplatz für Güter, dem Seehafen Hamburg mit einem Umschlag von über 100 Mio. Tonnen Güter, ist der Duisburger Hafen als Binnen-

hafen mit über 50 Mio. Tonnen an Gütern, die umgeschlagen werden, ein zentraler Punkt im Gütertransport in Deutschland. Die meiste Luftfracht mit etwa 2 Mio. Tonnen wird auf dem Frankfurter Flughafen verladen.¹¹⁷ Das steigende Güterverkehrsaufkommen führt insbesondere im städtischen Umfeld unter anderem zu Lärmbelästigungen, Emissionen sowie Verkehrsproblemen und -staus. Schon seit den 1990er Jahren wird versucht, durch City-Logistik-Ansätze auf die wachsenden Herausforderungen durch den stetig anwachsenden E-Commerce und die Veränderung der Güterstruktur einzuzahlen, allerdings sind fast alle Projektversuche an fehlender Kooperation der Akteure und mangelnder Wirtschaftlichkeit gescheitert.¹¹⁹ Neuere Projekte beschäftigen sich daher mit ganzheitlicheren Ansätzen und der Integration unterschiedlicher Stakeholder.¹²⁰ Dabei werden vielfach Konzepte diskutiert, die zum Beispiel City Hubs für die Bewältigung der Logistikaufgabe auf der letzten Meile mit nachhaltigen Antriebsformen beinhalten.¹²¹

Im Güterverkehr ist im Gegensatz zum Personenverkehr davon auszugehen, dass sich die Verkehrsleistung noch weiter erhöht. Diese Entwicklung wird in allen betrachteten Studien angenommen, allerdings unterscheiden sich die Szenarien in der Stärke der Steigerung. Überdies sollen Treibhausgase eingespart werden, indem sich der Modal Split von der Straße auf die Schiene verschiebt und somit umweltfreundlichere Verkehrsträger wie die Eisenbahn und Binnenschifffahrt vermehrt zum Gütertransport genutzt werden. Diese Zielsetzung wird auch von der politischen Seite verfolgt. Die Europäische Kommission nennt das Ziel, bis 2030 ein Drittel des Straßenverkehrs (> 300 km) und bis 2050 sogar die Hälfte der Lkw-Fernverkehre auf andere Verkehrsträger verlagern zu wollen.¹²² Auch die Bundesregierung hat in ihrem Klimaschutzprogramm Maßnahmen zur Verlagerung des Güterverkehrs auf die Schiene und die Binnenschifffahrt beschlossen.¹²³ Weiter stellt die

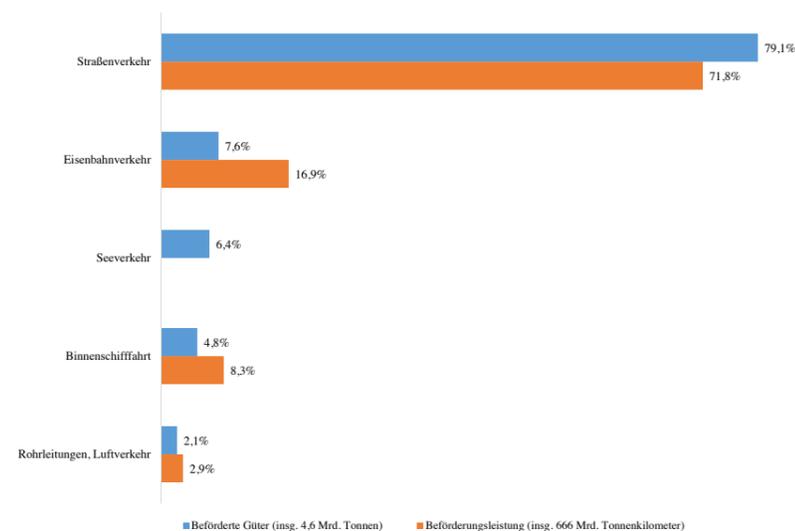


Abb. 8:
Güterverkehr 2017 (eigene Darstellung)¹¹⁸

Verordnung „CO₂ emission standards for heavy-duty vehicles“ der Europäischen Union eine Herausforderung für die Güterverkehrsbranche dar. Ziel der Maßnahme ist es, den Ausstoß von CO₂ im Güterverkehr deutlich zu reduzieren. Im Neuwagenbereich müssen Lkw bis 2025 durchschnittlich 15 % weniger CO₂ als im Jahr 2019 ausstoßen. Diese Vorgabe steigert sich bis 2030 auf 30 % CO₂-Reduktion.¹²⁵ Die Verordnung gilt für schwere Nutzfahrzeuge, die ein zulässiges Gesamtgewicht von mehr als 16 Tonnen und eine bestimmte Achsenkonfiguration (4x2 und 6x2) aufweisen¹²⁵ und für den Großteil der Emissionen im Nutzfahrzeugsegment verantwortlich sind.¹²⁶

Eine besondere Herausforderung im Güterverkehr im Vergleich zum Personenverkehr liegt darin, dass sich das Gewicht für die Antriebe und Kraftstofftanks nur geringfügig erhöhen lässt, da die Güter, die transportiert werden, selbst eine hohe Last aufweisen, so dass darauf geachtet werden muss, dass zulässige Gewichtsbegrenzungen nicht überschritten werden. Im Vergleich zum Personenverkehr zeichnet sich im Güterverkehr noch keine genaue Marschrichtung in Bezug auf einen dominierenden Technologiepfad ab. Hier stehen viele Strategien und Technologien miteinander im Wettbewerb (Wasserstoff, Power-to-Liquid, E-Mobilität mit Oberleitungen etc.). Gehen einige Studien davon aus, dass im Güterverkehr eine Elektrifizierung schwerpunktmäßig über Oberleitungs-Lkw und ergänzend dazu über flüssige synthetische Kraftstoffe (Power-to-Liquid) stattfinden wird¹²⁷, so halten andere Studienautoren die Verstromung des Straßengüterverkehrs durch Oberleitungen für weniger praktikabel, da die Kosten im Vergleich zu alternativen Technologien um ein Vielfaches höher wären.¹²⁸ Hinzu kommt, dass es eine europaweite Verkehrsplanung geben müsste, da der Güterverkehr nicht an Staatsgrenzen endet. Die Potenziale der Wasserstofftechnologie für



die Minderung der Emissionen im Verkehr wurden in einer Studie des Landes Baden-Württemberg untersucht, und dabei wurde errechnet, dass sich die Emissionen um 7,3 % bei Nutzfahrzeugen und um 6,3 % bei Schienenfahrzeugen im Jahr 2030 senken ließen.¹²⁹ In der Schiff- und Luftfahrt zeichnet sich ein einheitlicheres Bild: hier spielen Kraftstoffe (synthetisch oder Biokraftstoffe) eine wichtige Rolle.¹³⁰ Insbesondere im internationalen Luftverkehr sind die Anforderungen an Kraftstoffe hoch, da sie internationale Qualitätsstandards und Spezifikationen erfüllen müssen. Für internationale Flüge wird angenommen, dass 2035 ein Kraftstoffverbrauch von rund 116 TWh Power-to-Liquid benötigt werden wird.¹³¹ Es gibt aber auch Pilotprojekte, bei denen an Flugzeugen mit Elektroantrieb gearbeitet wird. Erste Testflüge wurden beispielsweise vom City Airbus absolviert. Der Schienenverkehr ist mit einem Anteil von 60 % bei der Elektrifizierung weit vorangeschritten.

Bis zum Jahr 2035 soll eine vollständige Elektrifizierung der Züge erfolgen.¹³² Der Vorteil von elektrifizierten Zügen besteht darin, dass ihr Wirkungsgrad im Vergleich zu Dieselmotoren das Doppelte beträgt und zusätzlich Energiegewinne durch Rekuperation beim Bremsen erreicht werden können.¹³³

Übergreifend sind sich die Studienautoren in Bezug auf die Verkehrsleistung im Güterverkehr einig, dass diese in Zukunft wächst. Die Stärke des Zuwachses variiert je nach Studie und beträgt zwischen 821 Mrd.¹³⁴ im ambitioniertesten Szenario und 969 Mrd. Tonnenkilometer¹³⁵ im Jahr 2050.

Ein wichtiger Hoffnungsträger für die Mobilitätswende im Güterverkehr ist der **kombinierte Verkehr aus Straßen-, Schienen- und Seeverkehr**.¹³⁶ Die Straße stellt auch in Zukunft den hauptsächlichsten Transportweg für Güter dar, allerdings lässt sich der Modal Split zugunsten der Schiene und Binnenschifffahrt verschieben. So wird in einer Studie vom Öko-Institut et al. davon ausgegangen, dass die Verkehrsleistung im Schienenverkehr mit 60 % Zuwachs im Vergleich zum Referenzjahr 2010 am stärksten ansteigt.¹³⁷ Der Straßengüterverkehr lässt sich laut der Studie um 50 % und die Binnenschifffahrt um 30 % erhöhen.¹³⁸ Insgesamt wird von einem Modal Shift ausgegangen, der den Straßenverkehr entlastet und schienen- bzw. wasserstraßengebundenen Verkehr stärkt.¹³⁹

¹ Die Beförderungsleistung stellt das Produkt aus dem Gewicht der beförderten Gütermenge und der zurückgelegten Transportweite in der Einheit Tonnenkilometer dar (Quelle: Statistisches Bundesamt).

² Beförderungsleistungen werden für den Seeweg nicht erhoben (Quelle: Statistisches Bundesamt).

Güterverkehr in der Metropole Ruhr – Wichtiger Logistikstandort für den kombinierten Transport

Die Metropole Ruhr ist ein wichtiger Logistikstandort in zentraler europäischer Lage und verfügt über ein dichtes Verkehrsnetz sowohl im Straßen- und Schienenverkehr wie auch auf den Wasserstraßen. Im Vergleich zu anderen deutschen Metropolregionen erreicht das Ruhrgebiet bei Hauptverkehrsbeziehungen (Binnenverkehr, Transit) bezogen auf die Verkehrsleistungen den ersten Platz.¹⁴⁰ Blickt man auf den Modal Split des Güterverkehrs im Ruhrgebiet, so fällt auch hier die Dominanz des Straßenverkehrs in Bezug auf die Verkehrsleistung auf. Mehr als die Hälfte der Leistung wird über die Straße per Lkw verrichtet. Die Schiene ist für 15 % der Verkehrsleistungen im Gütertransport verantwortlich. Über die Wasserstraßen werden 30 % der Verkehrsleistungen getätigt. Neben der wichtigen Funktion des Straßen- und Schienennetzes für den nationalen und internationalen Güterverkehr, ist das dichte Wasserstraßennetz mit Häfen entlang des Rheins und der Ruhr sowie der vier Kanäle (Wesel-Datteln-Kanal, Datteln-Hamm-Kanal, Dortmund-Ems-Kanal, Rhein-Herne-Kanal) eine Besonderheit der Metropole Ruhr. Hier werden über 60 % des Gesamtumschlags in NRW getätigt. **Insbesondere der Duisburger Hafen nimmt für den Umschlag von Gütern eine herausragende Rolle ein und ist eine Logistkdrehscheibe mit dem größten Hinterland-Hub Europas.**

Der innenstädtische Güterverkehr stellt auch im Ruhrgebiet eine Herausforderung dar und wird in unterschiedlichen City-Logistik-Projekten untersucht.¹¹³ Bislang werden einige Ansätze in Städten erprobt, ein Beispiel ist das InnovationCity Logistik Projekt in Bottrop, das die Rahmenbedingungen für die Einführung eines City-Hubs im Stadtgebiet ermittelt hat. Die Studie kommt zu dem Ergebnis, dass ein wirtschaftlicher Betrieb durchaus möglich wäre, sofern die Bereitschaft der Unternehmen bestünde, einen gewissen Palettenpreis (9 Euro) zu erbringen.¹⁴¹ Weiterhin wurden qualitative Faktoren wie zum Beispiel Zustellqualität, Durchlaufzeiten, Transparenz und Abrechnung für das Gelingen eines City-Hubs herausgestellt.¹⁴

Im nachfolgenden Interview wird die multimodale Güterlogistik adressiert und die Frage gestellt, in welche Richtung sich der Duisburger Hafen bewegen möchte und welche Herausforderungen es zu bewältigen gilt, um nachhaltige Schifffahrtslogistik zu fördern.



Der Duisburger Hafen als Vorbild für einen nachhaltigen Binnenhafen

Die Binnenschifffahrt besitzt für die nationale und internationale Logistik eine hohe Relevanz. Der noch relativ niedrige Anteil von rund 7 % am Modal Split im Güterverkehr soll bis 2030 auf 12 % ansteigen.¹⁴³ Denn es sind vergleichsweise noch große Kapazitäten auf den Wasserstraßen, die erschlossen werden können. Dazu braucht es aber ausreichend Infrastrukturen und umweltfreundliche Konzepte. Der Duisburger Hafen als größter Binnenhafen weltweit und führende Logistkdrehscheibe Zentraleuropas, stellt sich den wachsenden Anforderungen. Jährlich werden im Hafen 20.000 Schiffe, 25.000 Züge sowie mehrere Millionen Container abgefertigt.¹⁴⁴ Herr Alexander Garbar, Projektmanager Unternehmensentwicklung, und Herr Jan-Christoph Maaß, Projektleiter des Forschungsvorhabens „enerPort“, berichten, wie sich der Duisburger Hafen im Bereich Nachhaltigkeit zukünftig aufstellen möchte.

Was war der Auslöser dafür, ein Energiekonzept für das gesamte Hafengebiet zu entwickeln zu wollen?

Herr Garbar: "Da die Zukunftsfähigkeit als ein zentrales Unternehmensziel des Duisburger Hafens gilt, haben wir uns schon früh mit der Frage beschäftigt, wie die zukünftige Energieerzeugung aussehen wird und welche Energieträger relevant sein werden. Wir als Binnenhafen sind primär ein Infrastrukturanbieter, welcher erörtern muss, welche Bedürfnisse unsere Kunden in Zukunft haben werden. Denn unsere Kunden, das sind Spediteure, die mit Lkws, Schiffen und Zügen Güter transportieren und dadurch große Mengen an Treibhausgasen emittieren. Und wir können unseren Kunden nicht einfach sagen: Wir lassen jetzt nur noch Schiffe passieren, die elektrisch fahren und Lkws, die wasserstoffbetrieben sind. Damit würden wir uns als Hafen selbst kannibalisieren. Wenn man die Rhein-Ruhr-Region betrachtet, findet man überall verschiedene Häfen, insbesondere im Hinterland, und das führt zu einem großen Wettbewerb. Und da möchte sich jeder möglichst vorteilhaft beim Thema Nachhaltigkeit platzieren. Und wir als Duisburger Hafen versuchen da einen Schritt voraus zu sein und arbeiten deshalb auch zum Beispiel mit dem Fraunhofer Institut



Alexander Garbar,
Duisburger Hafen



Jan-Christoph Maaß,
Duisburger Hafen

UMSICHT in einem Forschungsprojekt zusammen, um zu untersuchen, welche Maßnahmen sich für uns anbieten würden. Wir möchten primär gestalten und die Bedürfnisse des Marktes antizipieren. Wenn unsere Kunden zum Beispiel sagen, wir möchten in Zukunft Wasserstoff verstärkt nutzen, dann wollen wir auch ein Anbieter dafür sein. So verhält es sich auch mit anderen Energieträgern. Wir sind ein technologieoffener Infrastrukturanbieter und halten die Strukturen, die unsere Kunden benötigen, vor. Das ist sicherlich mit vielen Herausforderungen verbunden, aber das Ziel unseres Hafens war schon immer, möglichst innovativ zu sein und eine Vorreiterrolle in der Binnenschifffahrtslogistik einzunehmen."

Welche Maßnahmen hat der Duisburger Hafen ergriffen, um Emissionen zu senken?

Herr Garbar: "Also, wir haben für unsere eigene Flotte Ziele und Maßnahmen definiert, wie wir unsere Fahrzeuge elektrifizieren können. Allerdings stellt das bloß einen Bruchteil der Emissionen dar, die am Hafen ausgestoßen werden. Wie bereits erwähnt, sind unsere Kunden Großemittenten und deren Fahrzeuge gehören uns nicht. Wir haben beispielsweise ein Projekt mit Landstrom ins

Leben gerufen, so dass liegende Binnenschiffe nicht mehr ihren Dieselgenerator nutzen müssen, sondern von uns mit regenerativem Strom versorgt werden können. Wir prüfen weiterhin, welche Maßnahmen wir ergreifen können, um unsere eigenen Dieselloks umzustellen. All das sind Instrumente, die wir als Hafen ergreifen können. Für die externen Kunden versuchen wir Anreize zu schaffen, also LNG-Infrastruktur, Landstrom und bei Bedarf in Zukunft auch eine Wasserstoff-Infrastruktur zur Verfügung zu stellen."

Herr Maaß: "Im Grunde ist in unserem Geschäftsmodell schon das Thema Nachhaltigkeit verankert, weil wir möglichst viel Verkehr von der Straße auf das Wasser und die Schiene verlagern wollen. Wir wollen also die Verkehrsverlagerung fördern und damit einen Beitrag zur Reduktion der Emissionen leisten. Dazu werden auch viele Digitalisierungsprojekte genutzt, in denen man untersucht, wie man den Lkw-Verkehr auf andere Transportwege umschichten kann."

**Wie sehen die zukünftigen Pläne aus?
Und wie könnte der Hafen der Zukunft gestaltet sein?**

Herr Garbar: "Da habe ich mehrere Beispiele, die das gut veranschaulichen können. Wir möchten in Zukunft gerne ein Verteilzentrum/Hub für das Hinterland aufbauen. Aktuell ist es bei LNG zum Beispiel so, dass dieser aus Rotterdam per Lkw ins Hinterland transportiert und an die einzelnen Tankstellen verteilt wird. Die Abnahmemengen sind noch so gering, dass sich eine andere Transportart nicht rechnen würde. Wenn sich der Bedarf perspektivisch aber erhöht, könnten wir diejenigen sein, die die Verteilstrukturen vorhalten. Und dafür sind wir als Binnenhafen prädestiniert. Und das gilt selbstverständlich auch für andere Technologien. Ein anderes Beispiel, wovon ich eingangs auch sprach, ist das Projekt „enerPort“, in dem wir uns die Energieverbräuche des gesamten Hafens ansehn und mit unterschiedlichen Partnern zusammen ein Konzept erstellen möchten. Wir erhoffen uns durch das Projekt auch Erkenntnisse darüber, welche Rolle der Hafen in 5 bis 10 Jahren spielen soll. Wird der Hafen ein reiner Umschlagplatz oder soll er auch Energiebereitsteller werden? Müssen Speichertechnologien für die angrenzenden Quartiere aufgrund seiner zentralen Lage bereitgestellt werden?"

Zum Hafen der Zukunft: Auf jeden Fall wird dieser digital sein. Die ganzen Prozesse (zum Beispiel Schiffs- und Zuanmeldungen), an denen wir aktuell arbeiten, werden irgendwann digital ablaufen. Sicher werden die Energieträger über kurz oder lang grün werden, da führt kein Weg dran vorbei. Und schließlich wird im Bereich der autonomen Schifffahrt auch etwas passieren, da bin ich mir sicher."

Herr Maaß: "Ergänzend ist noch die Rolle des Duisburger Hafens im Hinblick auf internationale Verkehre zu nennen. Die Verbindung nach China wird auch in Zukunft über den Seeweg am sinnvollsten sein. Und da glaube ich, dass der Hafen auch einen wesentlichen Beitrag zur Verkehrswende leisten kann und ein wichtiger Baustein bleibt."

Welche Barrieren und Widerstände sind auf dem Weg zu einem nachhaltigen und vernetzten Hafen zu überwinden?

Herr Garbar: "Dadurch dass wir technologieoffen agieren, ist erstmal jegliche Investition eine Barriere, denn wir können nicht 15 oder 20 Jahre auf einen Return warten, weil wir ein Wirtschaftsunternehmen sind. Also, da wünschen wir uns auch von der Förderlandschaft präzisere Vorgaben. Politisch muss es am Ende des Tages einen Weg geben, den alle einschlagen. Man kann nicht verlangen, jegliche Infrastrukturen aufzubauen und zu sagen: So, jetzt werden 100 Hochleistungsladestationen für E-Lkws, 2 bis 3 Wasserstofftankstellen und nochmal dieselbe Anzahl an LNG-Tankstellen bereitgestellt. Das ist wirtschaftlich für keinen Infrastrukturbetreiber abbildbar, denn für ein solches Angebot braucht es auch eine entsprechende Menge an Abnehmern."

Herr Maaß: "Wie Herr Garbar erläutert hat, sind unsere Kunden die größten Emittenten. Das bedeutet, dass die meisten Fahrzeuge, die am Hafen bewegt werden, sich im Schwerlastbereich befinden. Für 40-Tonner Lkws gibt es bislang batterieelektrisch im Grunde noch keine Lösung von der Stange. Da ist man marktseitig im Moment wirklich noch auf Prototypen-Niveau und die Reichweiten sind noch sehr begrenzt. Es gibt auch wenige Hersteller, die Retrofit-Systeme anbieten, also Lkws, die batterieelektrisch aufgerüstet werden und am Ende kosten die dann etwa das Vierfache im Vergleich zu einer konventionellen Antriebsart. Da ist im Moment noch keine Rede von Wirtschaftlichkeit. Und hier greift nochmal die Infrastruktur-Problematik. Wenn es noch keine Abnehmer für Elektro- oder Wasserstofffahrzeuge gibt, wer soll dann die dazugehörige Infrastruktur aufbauen? Und man darf auch nicht vergessen, in der Logistik gibt es auch sehr viele kleine Player. Und der Hafen ist mit seinen Teilräumen denkbar komplex. Es ist nicht wirklich ein geschlossenes System – ähnlich der Metropole Ruhr. Der Hafen selbst ist kein großes Areal, sondern es sind viele verschiedene Teilflächen, die auch nicht unbedingt zusammenhängend sind. Es bestehen Interaktionen innerhalb der Teilflächen, aber auch nach außen. Im Projekt „enerPort“ ist es auch Ziel, dass man möglichst viele Parteien und deren Prozesse einbindet, um im Nachgang bei der Umsetzung viel mehr Umsetzungsstärke zu haben. Aber als Hafen alleine ist es relativ schwierig, weil wir können eigentlich keinem was aufzwingen, wir können immer nur anbieten. Und genau vor solchen Fragen stehen wir derzeit als Hafen."

Zusammenfassende Überlegungen zur Rolle des Binnenhafens im Güterverkehr in der Metropole Ruhr

Wie die Ausführungen zeigen, liegt im Bereich der Binnenschifffahrtlogistik großes Potenzial für die nachhaltige Gestaltung des Güterverkehrs. Das Zielsetzungssystem ist davon bestimmt, dass möglichst viel **Verkehr von der Straße auf die Schiene und die Binnenschifffahrt** verlagert wird. Das ist im Geschäftsmodell des Binnenhafens verankert. Jedoch muss sich der Duisburger Hafen als multimodaler Infrastrukturanbieter dem Zielkonflikt stellen, auf der einen Seite nachhaltige und innovative Technologien befördern zu wollen und Vorreiter zu sein und auf der anderen Seite nur soweit neue und alternative Konzepte implementieren zu können, wie sie von seinen Kunden nachgefragt werden. Wenngleich das einem Henne-Ei-Problem gleicht, bemüht sich der Duisburger Hafen durch verschiedene Maßnahmen wie der Elektrifizierung der eigenen Flotte, der Bereitstellung von Landstrom für liegende Binnenschiffe und der Erstellung eines Energiekonzepts für das umliegende Hafensareal um eine ganzheitliche und nachhaltige

Gestaltung des Logistikstandorts. Auch aufgrund des hohen Wettbewerbs wird die Rolle des zukünftigen Hafens hinterfragt und die Anforderungen und Bedürfnisse untersucht. **Als größtes Hemmnis werden die Technologieoffenheit und die damit einhergehenden fehlenden Vorgaben bzw. eine fehlende Marschrichtung aus der Politik angeführt.** Die fehlenden Informationen führen dazu, dass Unsicherheiten über zu tätige Investitionen das Innovationsgeschehen hemmen. Auf der Informationssystemebene wird ferner die Digitalisierung als großer Hebel gesehen. Diese bringt die Möglichkeit mit sich, zukünftig interne Prozesse zu verbessern und die autonome Schifffahrt voranzubringen. Im Ausführungssystem wird die fehlende Marktreife alternativ betriebener Schwerlastfahrzeuge als Barriere gesehen. Zudem ist die Logistikbranche durch KMU-Strukturen geprägt, und diesen Unternehmen wiederum fehlt es oft an finanziellen Ressourcen, um ihre Fahrzeugflotte gänzlich umzustrukturieren und Fahrzeuge mit nachhaltigen und alternativen Antrieben zu beschaffen.



Auf dem Weg zu einem vernetzten Mobilitätssystem in der Metropole Ruhr

Die Digitalisierung ist ein Megatrend, der sich durch alle Branchen hinweg durchzieht und sie in unterschiedlicher Geschwindigkeit verändert. Für die Mobilitätswende werden überwiegend positive Szenarien mit Blick auf eine steigende Vernetzung gezeichnet. **Alles deutet darauf hin, dass die zukünftige Mobilität dadurch geprägt sein wird, dass sie hochvernetzt ist.**¹⁴⁵ So können Mobilitätshemmnisse in schwach frequentierten Gebieten, in denen der ÖPNV selten verkehrt, durch neue On-demand-Konzepte, die durch die Digitalisierung möglich sind, verringert werden. Digitalisierung wird in Zukunft auch für eine nachhaltige Quartiersentwicklung ein Schlüsselfaktor sein, vor allem bei Themen wie Sektorenkopplung und dem gesteuerten Laden von Elektrofahrzeugen. Durch die Digitalisierung werden im Mobilitätsbereich schon heute Möglichkeiten eröffnet, die noch vor ein paar Jahren undenkbar gewesen wären, weil es die entsprechenden digitalen Geschäfts- und Abrechnungsmodelle noch nicht gab (Sharing-Angebote, Fahrdienste, gepoolte Fahrten).¹⁴⁶ Der Begriff der Sharing Economy erhält durch die steigende Vernetzung im Mobilitätssystem eine tragende Rolle. Es deutet sich auch immer mehr an, dass die Bereitschaft, neue Mobilitätsangebote zu nutzen, stetig wächst.¹⁴⁷ Die Digitalisierung entfaltet in allen Verkehrsbereichen zusätzliche Effizienz- und Kostenreduktionspotenziale.¹⁴⁸ So können beispielsweise im Straßenverkehr durch eine intelligente Verkehrssteuerung Staus vermieden, Emissionen verringert, Verkehr dynamisch gesteuert und mit Hilfe von Künstlicher Intelligenz Vorhersagen noch passgenauer erstellt werden.¹⁴⁹ Für den öffentlichen Personennahverkehr wird neben der Möglichkeit, On-demand-Verkehr anzubieten, auch das elektronische Abrechnen bzw. das e-Ticketing als wichtiger Hebel gesehen, um den Zugang zum ÖPNV zu erleichtern und somit die Kundenbindung zu erhöhen. Ein Beispiel aus dem Ruhrgebiet ist das erwähnte Pilotprojekt des VRR „nextticket“. Hier wird die kontaktlose und kilometerbasierte Bezahlung von ÖPNV-Fahrten im VRR-Gebiet getestet.¹⁵⁰ Im Schienenverkehr werden schon seit geraumer Zeit Züge automatisch geregelt und durch das European Train Control System (ETCS) können Züge, die sich auf der gleichen Strecke befinden, über Funk kommunizieren. Weiterführende Sensortechnik im Zug und auf den Schienen gewährleistet die Sicherung und Fernüberwachung. Im Luftraum halten neue Techniken, wie Drohnen oder Lufttaxi Einzug, um Güter- (per Drohne) oder Personentransporte (per Lufttaxi) zu

erledigen und die Verkehrsprobleme von der Straße zu verlagern. Im Schiffsverkehr könnten unbemannte und ferngesteuerte Frachtschiffe effizienter, sicherer und kostengünstiger Fracht transportieren, wobei sich diese Entwicklungen noch in einer sehr frühen Entwicklungsphase befinden. Auch im Bereich der Häfen sind große Potenziale für die Vernetzung insbesondere von multimodalen Logistikverkehren möglich, da diese sich als Schnittstelle zwischen Wasser und Land befinden. Hier ist der Einsatz von Sensorik und weiteren Informationssystemen notwendig, um durch Echtzeiterfassung die Logistikketten weiter zu optimieren. Schließlich münden alle Verkehrskonzepte, die durch die Digitalisierung ermöglicht werden, darin, Inter- und Multimodalität zu schaffen. Dabei geht es darum, unterschiedliche Verkehrsmittel zu vernetzen und sogenannte Mobility Hubs (Umstiegsorte) einzuführen. Im Fokus steht hier insbesondere die Sicht des Mobilitätsnutzers als Kunde, welcher eine Dienstleistung erhält (Mobility-as-a-Service). Digitalisierung ermöglicht also ganz neue Formen von Mobilität ohne das Bedürfnis, von einem Startpunkt zu einem Zielpunkt zu kommen, zu verändern.¹⁵¹

Neben den Vorteilen, sollten die Herausforderungen insbesondere im Hinblick auf die Datensicherheit und die Verwendung von Daten berücksichtigt werden. Hier liegt noch eine Reihe an offenen Fragen vor. Es darf auch nicht fälschlicherweise der Eindruck entstehen, dass durch die Digitalisierung alle Mobilitätsprobleme gelöst werden könnten. Klar ist, dass sich Akteurskonstellationen durch die zunehmende Einflussnahme digitaler Unternehmen im Mobilitätsbereich verschieben. Das zeigen auch die teils umfangreichen Kooperationen von traditionellen Mobilitätsanbietern mit Plattformanbietern wie in dem Fallbeispiel „myBUS“, in dem die Duisburger Verkehrsgesellschaft mit dem Start-up door2door eine Kooperation für ein On-demand Angebot eingegangen ist. Neue Geschäftsmodelle, die durch die Digitalisierung erst möglich werden, können allerdings nicht als Garant für die Zukunftsfähigkeit von Unternehmen gewertet werden.

Das nachfolgende Beispiel zeigt, wie sich durch Digitalisierung neue Mobilitätsformen entwickeln lassen. Dabei handelt es sich um die Einführung des E-Scooters, der seit Sommer 2019 in Deutschland eine mindestens kontroverse Diskussion über neue mikromobile Verkehrsformen ausgelöst hat.

Mikromobilität: E-Scooter – Vom Kinderspielzeug zum elektromobilen Cityfahrzeug

Neue Mobilitätsoptionen zeigen sich zunehmend im urbanen Raum und sorgen für eine Diversifizierung des Straßenverkehrs. Dabei spielt die Effizienz eine tragende Rolle. Zunehmend wird die Effizienz von Pkw in Frage gestellt, da sie viel Fläche in Anspruch nehmen (durchschnittliche Parkdauer: 23 Std./Tag), klimaschädliche Treibhausgase und hohe Haltungskosten verursachen. Warum also bleibt bislang das eigene Auto das liebste Fortbewegungsmittel der Deutschen? Und wie kann die Mobilität hin zu einer geteilten und ökologisch sinnvollen verändert werden? Ein Schlüssel wird in dem Aufkommen der Mikromobilität gesehen. Kleinstfahrzeuge wie elektrobetriebene (Tret-)Roller sollen das Bewegungsverhalten der Nutzer verändern. Das Unternehmen Circ, das im Februar 2020 von dem US-Unternehmen bird übernommen wurde, hatte sich als Anbieter von Mikromobilität zum Ziel gesetzt, mit einer nachhaltigeren und effizienteren Nutzung von Verkehrsmitteln die Verkehrswende im urbanen Raum einzuläuten. Gestartet im Jahr 2018 gelang der erste Launch in Wien reibungslos für das Unternehmen. Nach einer kurzen Pilotphase wurde schnell klar, dass sich das Konzept auch auf den deutschen Markt übertragen lässt – allerdings deutlich voraussetzungsvoller. Urbane Mobilität mit batterieelektrischen Tretrollern wurde im Sommer 2019 zum Trendthema. Als erster deutscher Stadt gelang es Herne – und nicht Berlin – die ersten E-Scooter mit einer Sondergenehmigung auf die Straße zu bringen. Etwas verwunderlich mutet es an, dass nach einer Metropole wie Wien Deutschlands zweitkleinste Großstadt für die Einführung ausgewählt wurde. Der ehemalige Deutschlandchef von Circ, Max Hüsch, berichtet von den Vorteilen der Mikromobilität und insbesondere des E-Scooters im urbanen Raum.

Herr Hüsch, wieso hat sich Circ für den Standort Herne als ersten Launch bundesweit entschieden?

"Herne war die erste offizielle Stadt in Deutschland, in der E-Scooter als free floater mit einer Sondergenehmigung zugelassen wurden. Dafür waren zwei wesentliche Punkte entscheidend. Zum einen hatten wir einen starken Partner mit der Signal Iduna Versicherung, die ihren Hauptsitz in Dortmund hat. Zum anderen hatten wir gute Kontakte zu dem Oberbürgermeister der Stadt Herne, Herrn Dr. Frank Dudda. Der Start in Herne hing schließlich sehr stark vom Commitment der beteiligten Partner ab, und dieses war bei beiden gegeben. Zudem bietet das Ruhrgebiet viele Gestaltungsmöglichkeiten und ist für uns als Unternehmen interessant. Mobilität verstehen wir dort in zweierlei Hinsicht. Zum einen: die physische Mobilität an sich. Als Ballungsraum mit über 5 Millionen Einwohnern ist es perfekt für mikromobilen Verkehr. Durchschnittlich legen wir im urbanen Raum nicht mehr als ca. 8 Kilometer zurück. Diese sind wunderbar mit einem E-Scooter zu bewältigen. Der zweite Faktor ist die soziale Mobilität. Das Ruhrgebiet ist gebeutelt vom ewigen Strukturwandel, in dem sich die Menschen ständig neu orientieren mussten. Hinzu kommt, dass der öffentliche Personennahverkehr gut ausgebaut ist und die E-Scooter als Ergänzung für die erste und letzte Meile optimal geeignet sind. Man sieht, der Bedarf und die Nachfrage nach Mobilität ist da und die Bereitschaft der zuständigen Akteure ebenfalls. Das zusammen bildet das Erfolgskonzept des Roll-outs in Herne."

In welchen Bereichen macht es Sinn, einen E-Scooter einzusetzen?

"Ich sehe für den E-Scooter drei Anwendungsbereiche: Erstens besitzt er eine Transportfunktion, indem er Menschen von A nach B bringt. Das sind meistens kurze Distanzen von 0,8 bis 3,5 km. Damit soll der Stein im wahrsten Sinne des Wortes ins Rollen gebracht werden. Zweitens ist die Unterstützung des öffentlichen Personennahverkehrs eine wesentliche Säule, nämlich im Bereich der ersten und letzten Meile. Denn im europäischen Vergleich ist der bundesweite Nahverkehr gut ausgebaut, allerdings hat er einen großen Nachteil: er hält nicht an jeder Haustür. Deshalb sind Kleinstfahrzeuge wie der E-Scooter eine optimale Ergänzung zum ÖPNV. Und drittens kommen schon heute – gerade in Großstädten – E-Scooter zu touristischen Zwecken zum Einsatz. Hier sind die zurückgelegten Wege mit rund 5 km etwas länger als im Alltagsgebrauch."

Was macht das Unternehmen im Vergleich zu anderen Anbietern aus?

"Wir sehen uns nicht primär als E-Scooter-Betreiber, sondern als Anbieter von Mikromobilität mit verschiedenen Fahrzeugen und Modellen. Wir wollen einen Stein ins Rollen bringen und damit einen Beitrag zu der Verkehrswende leisten. Jede Pkw-Fahrt, die durch mikromobilen Verkehr ersetzt wird, ist ein Erfolg. Und schließlich sitzen wir, also Radfahrer, Fußgänger und Scooter-Fahrer alle im selben Boot und haben dasselbe Ziel, nämlich die Verbrenner aus den Innenstädten zu bekommen. Obwohl Pkw natürlich ihre Daseinsberechtigung haben, sehe ich sie nicht im urbanen Raum. Ich sehe also keine Konkurrenz zu anderen Verkehrsmitteln aus dem Umweltverbund. Und bezogen auf unser Unternehmen: Wir entwickeln die komplette Wertschöpfungskette inhouse – Design, Soft- und Hardware, Wartung, Qualitätssicherung, Abholung und Aufladung der Roller. Das ist mit einem immensen Aufwand verbunden, allerdings lohnt es sich, da dadurch die Qualität stetig verbessert wird und eine Lernkurve schneller entsteht. Weiter ist eine Kooperation mit Städten und Kommunen von unserer Seite explizit gewünscht. Wir haben schon mit vielen kommunalen Akteuren aus den Städten (Oberbürgermeister, Verkehrsdezernenten, Stadtwerke, Mobilitätsabteilung) sehr gut zusammengearbeitet. Und schließlich legen wir viel Wert darauf, die Daten, die wir sammeln, wissenschaftlich aufzuarbeiten. Dazu haben wir uns mit einer Hochschule zusammengetan, um genau zu erforschen, welche Potenziale die Nutzung von Mikromobilität in den Städten besitzt."

Welche Widerstände und Treiber sind Ihnen bei dem Roll-out begegnet?

"Die E-Scooter hatten im Sommer 2019 einen medialen Hype. Das hat aber auch schnell zu Kritik geführt, und es wurde viel über die Sicherheit diskutiert. Dabei wurde leider ignoriert, dass tausende Nutzer verantwortungsvoll mit den Fahrzeugen umgehen. Sicherlich arbeiten wir permanent an Optimierungen im Bereich Sicherheit. Was wir positiv bewerten, sind die Einstiegshürden durch die rechtlichen Rahmenbedingungen. Deutschland hat sich an der richtigen Stelle Zeit genommen, um nötige Rahmenbedingungen für die Einführung der E-Scooter zu schaffen. Dadurch wurden Qualitäts- und Sicherheitsstandards geschaffen, die im Ergebnis zu höherer Kundenzufriedenheit und -bindung führen."



Zusammenfassende Überlegungen zu der Rolle der Digitalisierung für die Mobilitätswende in der Metropole Ruhr

Das Beispiel zeigt eindrücklich, wie **durch digitale Geschäftsmodelle neue Mikromobilitätsformen eruiert und in Ergänzung zum öffentlichen Verkehr und zur Vermeidung von motorisiertem Individualverkehr auf kurzen und innerstädtischen Strecken auf den Markt gebracht werden können**. Insgesamt sollen E-Scooter zu einer Steigerung der Inter- und Multimodalität führen. Die Kooperation mit der Stadt Herne zeigt auch das Potenzial für innovative Mobilitätslösungen in der Metropole Ruhr. Die gesammelten Daten können Aufschluss über die Verkehrssituation einer gesamten Stadt geben und dabei helfen, die Verkehrsplanung zu verbessern. Für das Ausführungssystem muss ergänzt werden, dass das Start-up circ nach der Erstellung der Fallstudie von einem international agierenden Mobilitätsunternehmen übernommen wurde. Das heißt, die aktuellen Entwicklungen haben die Momentaufnahme bereits überholt und weisen auf die hohen Wachstumsraten und Wettbewerbsintensitäten der Anbieter in diesem Bereich und die Schwierigkeit hin, sich dauerhaft auf dem Markt zu behaupten. Das zeigt auch, dass allein digitale Geschäftsmodelle nicht per se die Zukunftsfähigkeit eines Unternehmens sichern können. Hinzu

kommt für die Mikromobilität, dass es nicht nur unter den E-Scooter-Anbietern einen hohen Wettbewerb gibt, sondern auch mit anderen Mobilitätsformen (insb. Rad- und Fußverkehr), die um den Platz in der Stadt konkurrieren. An dieser Stelle bleibt ungewiss, welche Rolle E-Scooter im zukünftigen Mobilitätssystem einnehmen und ob sie eine temporäre Randerscheinung bleiben oder sich zu einem etablierten Fortbewegungsmittel entwickeln.

In einer Zusammenschau der Fallstudien wird deutlich, dass durch die Möglichkeiten der Digitalisierung das Mobilitätssystem transformiert wird. Die überwiegend positiv gewerteten Effekte aus der Digitalisierung können insgesamt dazu beitragen, das System nachhaltiger zu gestalten. Auch wenn es auf dem Weg dahin Technologien und Ideen geben wird, die sich nicht durchsetzen, obwohl sie Problemlösungspotenzial hätten. Welche Gründe dafür verantwortlich sein können, dass Innovationen auf dem Weg zur Umsetzung scheitern, soll abschließend in der Barrierenanalyse geklärt werden.



Widerstände auf dem Weg zur Mobilitätswende – Einflussfaktoren, die die Dynamik des Mobilitätsmarktes hemmen

Wie in anderen Bereichen, zeigt sich auch im Mobilitätssystem ein hoher Anteil gescheiterter Innovationsvorhaben. Die Gründe dafür sind vielschichtig. Generell kann konstatiert werden, dass die Leistungs-, Überzeugungs- und Innovationsfähigkeit von Akteuren, die an Veränderungsprozessen beteiligt sind, oftmals überschätzt wird. In der Konsequenz bleiben Widerstände gegen Neuerungen unbemerkt und die Barrieren führen dazu, dass sich nichts ändert. In diesem Fall bleiben die Straßen voll, der öffentliche Verkehr weiterhin vernachlässigt, Radwege weder genutzt noch ausgebaut, und die Umweltbelastungen steigen konstant an. Aus den in den Fallstudien benannten Gründen lassen sich im Kern drei Kategorien zur konstruktiven Bewertung von Barrieren und Widerständen ableiten. Dabei handelt es sich um technische, personelle und organisatorische Herausforderungen.

Folgt man den Ausführungen der Innovatoren und beteiligten Akteure, so werden **technische Fragen als besonders barrierearm charakterisiert**. Zwar wird mit Hochdruck an Themen wie Batterieforschung, autonomes Fahren oder Wasserstofffahrzeuge gearbeitet, jedoch stellen die technischen Anforderungen laut der Expertinnen und Experten keine großen Hemmnisse dar. Was sehr wohl mit einer gewissen Sorge betrachtet wird, sind die dahinterstehenden Produktionsprozesse und deren nachhaltige Konzeption. Das heißt auf eine kurze Formel gebracht: Welchen Footprint hinterlässt eine Technologie? Zudem wurde der von der nationalen Politik verfolgte technologieoffene Entwicklungspfad ambivalent bewertet. Auf der einen Seite ist Technologieoffenheit notwendig, um überhaupt Innovationen zu ermöglichen, auf der anderen Seite braucht es eine gewisse Konturierung, um zu wissen, welcher Weg gegangen wird und somit Sicherheit für zukünftige Investitionen zu erhalten. Infolgedessen werden auch die Kosten der Mobilitätswende als großes Hindernis erachtet, die auf alle drei Ebenen (technisch, personell und organisatorisch) wirken. Im öffentlichen Verkehr sind infrastrukturelle Maßnahmen zum Teil mit technischen Herausforderungen verbunden, wenn zum Beispiel im Schienenverkehr neue Oberleitungen gebaut werden müssen, um fehlende Abschnitte zu elektrifizieren. Des Weiteren wurde die Umstellung auf alternative Antriebe (Elektro- oder Wasserstoffbusse) in der Daseinsvorsorge als herausfordernd beschrieben. Die Fahrzeuge sind zum jetzigen Zeitpunkt im Vergleich zu Dieselfahrzeugen erstens um ein Vielfaches teurer, zweitens ist die Zuverlässigkeit noch nicht in ausreichender Form gegeben, drittens können Lieferzeiten mehrere Jahre dauern und viertens müssen ganz neue Prozesse im Betriebshofmanagement und Kompetenzen bei den Fahrern aufgebaut werden. Ein weiterer Aspekt betrifft die Verfügbarkeit von Daten, die innerhalb der Ruhrgebietskommunen noch nicht in gleicher Qualität vorhanden sind. Damit einher geht das Thema Datenschutz, wenn beispielsweise Kommunen zusammenarbeiten wollen und sich die Frage stellt: Wem gehören die Daten und wie werden sie weiterverarbeitet? An dieser Stelle kommt auch ein Kernpunkt zum Tragen, nämlich die noch fehlende Ver-

netzung zwischen den Akteuren der Region. Es stellt sich fernab aller technischen Lösungsansätze immer noch die Frage der ersten und letzten Meile, also wie Menschen von ihrem Zuhause zu einem Punkt gelangen, an dem sie auf eine umweltschonende Alternative umsteigen können. Diese Herausforderung konnte auch von den Befragten nicht abschließend beantwortet werden, insbesondere nicht, wenn es sich um ländliche Räume in der Region handelt. Schließlich ist übergreifend der Zeitfaktor angesprochen worden, der sich – zusammen mit den Kosten – auf alle drei Analyseebenen auswirkt. Denn in der Welt der technischen Lösungen steht zwar eine Vielzahl an Möglichkeiten bereit, allerdings müssen andere Rahmenbedingungen, die juristische, ökonomische und gesellschaftliche Faktoren betreffen, nachziehen und das am besten schon gestern.

Hieran schließt auch die nächste zentrale Barriere an: **personelle Widerstände**. Wenn es um neue Technologien geht, wird primär der technische und finanzielle Rahmen betrachtet, allerdings wird der Faktor Mensch und damit verbunden die Akzeptanz von neuen Entwicklungen nicht selten vernachlässigt. Gerade im Bereich von Infrastrukturprojekten ist die fehlende Akzeptanz eine wesentliche Barriere, die auch dazu führen kann, dass wichtige Vorhaben nicht begonnen werden. Denn das Mobilitätsverhalten von Menschen lässt sich nicht von heute auf morgen ändern, eingeübte Routinen werden nur schwer aufgegeben, da hilft beispielsweise auch kaum eine Kaufprämie für Elektrofahrzeuge. Fruchtbare sind Ansätze, die Konsumenten über geeignete Kanäle informieren und an alternative und neue Mobilitätsarten heranführen. Ist die Akzeptanz gewährleistet, fehlt es in relevanten Bereichen an Fachkräften. So können Projekte zum Teil nicht begonnen werden oder verzögern sich, weil zum Beispiel Verkehrsplaner, Bauunternehmen oder IT-Personal fehlt. Diese Erfahrung konnte durch alle Fallstudien hinweg geteilt werden.

Neben dem „Widerstand im Menschen“ wurde keine andere Barriere als so schwerwiegend wie organisatorische Prozesse und Abläufe bewertet. Die in Deutschland als rigide geltende Bürokratie wird fast durchweg als hinderlich für die Entwicklung neuer Technologien und Projekte angesehen. Das manifestiert sich insbesondere in viel zu langen regulatorischen Verfahren. Ein Beispiel, was vor allem bei öffentlichen Infrastrukturvorhaben zum Tragen kommt, sind Planfeststellungsverfahren, die zum Teil zehn Jahre dauern können. Im schlimmsten Fall besteht das ursprünglich zu lösende Problem dann gar nicht mehr, wenn die rechtlichen Rahmenbedingungen geklärt sind. Die Dynamik, die im Mobilitätsmarkt herrscht, kann durch solche langwierigen Prozesse nicht abgebildet werden. An dieser Stelle wird eine Anpassung und Flexibilisierung von Seiten der Beteiligten gefordert. Weitere rechtliche Barrieren wurden beispielsweise im Personenbeförderungsgesetz gesehen, da sich dadurch neue Entwicklungen am Markt und Zusammenarbeit mit marktfremden Akteuren nicht einfach umsetzen lassen. Insgesamt wird

für den öffentlichen Verkehr sowohl im Schienen- als auch im Nahverkehr eine schwierige Situation beschrieben. Auf der einen Seite ist der Schienenverkehr durch eine hohe Auslastung und streckenweise Überlastung gekennzeichnet. Die Pendlerbeziehungen nehmen aufgrund angespannter Wohnungsmärkte stark zu. Eine Erweiterung des Angebots stößt aber aus Kapazitätsgründen (fehlende Infrastruktur) auf Grenzen. Auf der anderen Seite kämpfen einige kommunale Verkehrsunternehmen mit sinkenden Fahrgastzahlen, weil u.a. die Schülerzahlen sinken. Die Finanzierung des öffentlichen Nahverkehrs wird zukünftig ein wichtiges Thema sein, insbesondere weil zum einen keine weiteren Preissteigerungen möglich sind (fehlende Akzeptanz) und zum anderen Kommunen nur schwer ihrer Pflicht der Daseinsvorsorge nachkommen können (fehlende Mittel). Hier helfen auch keine Diskussionen über kostenlosen ÖPNV oder ein 365-Euro-Ticket, wenn noch nicht geklärt ist, wer die immensen Summen, die dafür notwendig wären, tragen soll. Auch wenn sich die finanzielle Lage durch staatliche Förderungen entspannen sollte, kommt ein bereits angesprochenes Hemmnis erschwerend hinzu. Um das ÖPNV-Angebot attraktiver zu gestalten, müssen Infrastrukturen verbessert und erweitert werden. Das ist wiederum noch mit langen regulatorischen Prozessen verbunden. Hier zeigt sich eine starke Diskrepanz zwischen erwünschtem Wandel und der konkreten Umsetzbarkeit. Zudem wurden besonders im Aufbau von Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge regulatorische Hemmnisse beschrieben. Wenn sich rechtliche Anforderungen (zum Beispiel Mess- und Eichgesetz) ändern bzw. erst später gesetzt werden und Unternehmen Ladesäulen nachrüsten müssen, schafft das vor allem Unsicherheit über zukünftige Investitionen. In diesem Bereich wurden auch öffentliche Fördermaßnahmen als zum Teil nicht zielführend benannt, da sich die Erfüllung der Anforderungen, um die Zuwendung zu erhalten, als dermaßen hoch herausgestellt haben, dass Unternehmen auf eine Förderung gänzlich verzichten. Eine Anreizwirkung bleibt damit aus. Bei Privatpersonen birgt die E-Mobilität noch die Herausforderung, wie in Zukunft E-Fahrzeuge, falls sie angeschafft werden, geladen werden sollen. Das Ruhrgebiet ist geprägt von einer Mehrfamilienhausstruktur, in der zum Teil viele Parteien zusammen in Mietwohnungen leben. Die Bereitstellung von Lademöglichkeiten wird nicht nur finanziell, sondern auch aus Kapazitätssicht herausfordernd. Und nicht zuletzt müssen Mikrointeressen einzelner Akteure, die zum Teil mit einer gewissen Form von Handlungsmacht ausgestattet sind, mitgedacht werden.

Die bisher beschriebenen Barrieren und Widerstände stellen überregionale Problemfelder dar und lassen sich sicherlich auch auf andere Transformationsfelder übertragen. Ein Umstand, der sich besonders auf das Ruhrgebiet bezieht, ist die **polyzentrische Raumstruktur**. Mit ihr gehen verschiedene Herausforderungen einher. Das Ruhrgebiet ist eine Metropolregion mit unterschiedlichen Raumstrukturen (urban, suburban, rural). Je nach räumlicher Funktion (Kern- oder Randbereich) und Einwohnerdichte, unterscheiden sich die Anforderungen an die Mobilitätsstrukturen. In verdichteten Räumen im Ballungskern liegt die Herausforderung darin, die Flächenkonkurrenz zwischen den verschiedenen Verkehrsmitteln und -formen aufzulösen. Es stellt sich die Frage: Welche Räume werden für die Verkehrsnutzung, welche für andere Einsatzmöglichkeiten genutzt? Das klare Ziel ist hier die Stärkung alternativer Mobilitätsformen und des Umweltverbundes, um den motorisierten Individualverkehr aus den Innenstädten des Ruhrgebiets herauszubekommen. In weniger verdichteten Räumen gilt es Mobilitätsangebote zu schaffen, die den Anforderungen ländlicher Räume entsprechen und Alternativen zum motorisierten Individualverkehr darstellen. Da es sich bei Mobilität um ein übergreifendes Thema handelt, sind hier Abstimmungsprozesse und die Harmonisierung der kommunalen Verkehrsplanung (zum Beispiel Nahverkehrspläne) wichtige Voraussetzungen für eine regional abgestimmte Mobilität. An dieser Stelle ist regionale Zusammenarbeit gefordert und mancherorts die „Kommunale-Denke“ zu überwinden. Kooperationen werden an vielen Stellen bereits umgesetzt, wie die Beispiele aus den Fallstudien zeigen. Allerdings herrscht insbesondere zwischen Mittelstädten und Kernstädten eine hohe Konkurrenz in bestimmten Wirtschaftszweigen (zum Beispiel Einzelhandel). In den einzelnen Kommunen sind Zuständigkeiten, Hierarchie- und Entscheidungsebenen zum Teil äußerst unterschiedlich gestaltet, so dass bei gemeinsamen Projekten ein hoher Abstimmungsaufwand entsteht. **Insgesamt besteht eine Lücke zwischen lokalen Zuständigkeiten und regionaler Identität, die es aufzubrechen gilt, um ein gemeinsames Bild für die Zukunft der Mobilität in der Metropole Ruhr zu entwickeln.**

Alle Internetquellen mit letztem Zugriff am 01.11.2020

- 1 Ropohl, G. (2009) [1978]: Allgemeine Technologie, Eine Systemtheorie der Technik, 3. Überarbeitete Auflage, Karlsruhe.
- 2 KfW Research (2018): Die Verkehrswende – Einblicke in die Mobilität der Zukunft. Fokus Volkswirtschaft, Frankfurt am Main.
- 3 ADAC (2017): Staubilanz 2017. URL: <https://www.adac.de/-/media/pdf/vek/fachinformationen/statistiken/staubilanz-adac-statistik.pdf>
- 4 KfW Research (2018): Die Verkehrswende – Einblicke in die Mobilität der Zukunft. Fokus Volkswirtschaft, Frankfurt am Main.
- 5 BMWi (2010): Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung, Berlin.
- 6 UNFCCC (2011): Bericht der Konferenz der Vertragsparteien, Cancun vom 29. November bis 10. Dezember 2010; WGBU (2011): Welt im Wandel. Gesellschaftsvertrag für eine Große Transformation, Berlin; Weltklimarat IPCC (2018): Sonderbericht über die globale Erwärmung von 1.5°C (SR15), Genf.
- 7 BMVI (2019): Energie auf neuen Wegen. Aktuelles zur Weiterentwicklung der Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie der Bundesregierung, Berlin.
- 8 EU-Kommission (2019): Sauberer Transport, Urbaner Transport. Clean Vehicles Directive. URL: https://ec.europa.eu/transport/themes/urban/clean-vehicles-directive_en
- 9 UBA (2020): Erneuerbare Energien in Zahlen. URL: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/erneuerbare-energien/erneuerbare-energien-in-zahlen#uberblick>
- 10 BMU (2017): Klimaschutz in Zahlen: Der Sektor Verkehr. URL: https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Klimaschutz/klimaschutz_in_zahlen_verkehr_bf.pdf
- 11 AEE (2019): Treibhausgasemissionen des Verkehrs. URL: https://www.unendlich-viel-energie.de/media/image/38061.1811_AEE_Treibhausgas-Fahrleistung_Apr19_72dpi.jpg
- 12 UBA (2020): Emissionen des Verkehrs. URL: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/verkehr/emissionen-des-verkehrs#pkw-fahren-heute-klima-und-umweltvertraglicher>
- 13 AEE (2019): Metaanalyse: Strom und strombasierte Kraftstoffe für den Verkehr, Berlin.
- 14 Ebd.
- 15 Ebd.
- 16 Ebd.
- 17 infas, DLR, IVT, infas 360 (2019): Mobilität in Deutschland – MID Kurzreport. Ausgabe 4.0, Bonn/Berlin.
- 18 Ebd.
- 19 Stadt Münster (2020): Verkehr in Zahlen. URL: <https://www.stadt-muenster.de/verkehrsplanung/verkehr-in-zahlen.html>; Stadt Freiburg (2020): Die Freiburger Verkehrskonzeption. URL: <https://www.freiburg.de/pb/231648.html>
- 20 Stadt Berlin (2019): Mobilität in Berlin: Die Verkehrswende gewinnt an Fahrt. URL: <https://www.berlin.de/sen/uvk/presse/pressemitteilungen/2020/pressemitteilung.906382.php>
- 21 Bahnen Monheim (2020): Monheim Ticket. URL: <https://www.bahnen-monheim.de/tickets/monheim-ticket>
- 22 infas, DLR, IVT, infas 360 (2019): Mobilität in Deutschland – MID Kurzreport. Ausgabe 4.0, Bonn/Berlin.
- 23 RVR (2018): Regionales Mobilitätsentwicklungskonzept für die Metropole Ruhr. Analysebericht, Essen.
- 24 AEE (2019): Metaanalyse: Strom und strombasierte Kraftstoffe für den Verkehr, Berlin.
- 25 Kuhnimhof, T. et al. (2019): Veränderungen im Mobilitätsverhalten zur Förderung einer nachhaltigen Mobilität – Schlussbericht, Berlin/Bonn.
- 26 infas, DLR, IVT und infas 360 (2019): Mobilität in Deutschland – MID Analysen zum Radverkehr und Fußverkehr, Bonn/Berlin.
- 27 UBA (2020): Endenergieverbrauch und Energieeffizienz des Verkehrs. URL: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/verkehr/endenergieverbrauch-energieeffizienz-des-verkehrs>
- 28 BMVI (2019): Tabelle der Maßnahmen zum Klimaschutz in der Verkehrspolitik. URL: <https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/K/maassnahmen-klimaschutz-in-der-verkehrspolitik.pdf>
- 29 Bundesregierung (2019): Eckpunkte für das Klimaschutzprogramm 2030. URL: <https://www.bundesregierung.de/resource/blob/975232/1673502/768b67ba939c098c994b71c0b7d6e636/2019-09-20-klimaschutzprogramm-data.pdf>
- 30 Ebd.
- 31 Öko-Institut, Fraunhofer ISI (2015): Klimaschutzszenario 2050. 2. Modellierungsrunde, Berlin; Öko-Institut, DLR, ifeu, infas (2016): Endbericht Renewbility III. Optionen einer Dekarbonisierung des Verkehrssektors, Berlin; BCG, Prognos (2018): Klimapfade für Deutschland, Berlin; Dena, EWI (2018): dena-Leitstudie Integrierte Energiewende, Berlin.
- 32 UBA (2018): NO2-Grenzwertüberschreitungen 2017. URL: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/2546/dokumente/no2-ueberschreitungen_staedte_stand_18.01.2019.pdf
- 33 Stadt Essen (2018): Stellungnahme der Stadt Essen: EU-Kommission verklagt Deutschland wegen zu schlechter Luft. URL: https://www.essen.de/meldungen/pressemitteilung_1225039.de.html
- 34 DUH (2018): Deutsche Umwelthilfe reicht vier weitere Klagen für die „Saubere Luft“ in Nordrhein-Westfalen ein, Pressemitteilung. URL: <https://www.duh.de/presse/pressemitteilungen/pressemitteilung/181217-deutsche-umwelthilfe-reicht-vier-weitere-klagen-fuer-saubere-luft-in-nrw-ein/>
- 35 BMVI (2017): Sofortprogramm Saubere Luft 2017 – 2020. URL: <https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/G/sofortprogramm-saubere-luft-2017-2020.html>
- 36 RVR (2018): Regionales Mobilitätsentwicklungskonzept für die Metropole Ruhr. Analysebericht, Essen.
- 37 DB AG (2016): Bahnhöfe in Nordrhein-Westfalen: Die Modernisierungen gehen weiter. URL: <https://www.deutschebahn.com/re-source/blob/1296038/94f672470c334000b01a752c9a564f2c/2016-02-Leporello-Bahnhoefe-in-NRW-Modernisierungen-gehen-weiter-data.pdf>
- 38 RVR (2018): Regionales Mobilitätsentwicklungskonzept für die Metropole Ruhr. Analysebericht, Essen.
- 39 Ebd.
- 40 Elektromobilität NRW (2020): Modellregion NRW. URL: <https://www.elektromobilitaet.nrw/forschung/aktuelles/modellregion/>
- 41 ElektroMobilität NRW (2020): Neuzulassungen batterieelektrischer Pkw (jährlich). URL: <https://www.elektromobilitaet.nrw/unser-service/zahlen/>
- 42 Reutter, O. et al. (2018): Verkehr verlagern! Szenarioanalysen zu Modal-Shift-Potenzialen im Personenverkehr im Ruhrgebiet 2050, in: Straßenverkehrstechnik 1, 2018, S. 7-18.
- 43 Ebd.
- 44 KBA (2020): Jahresbilanz des Fahrzeugbestandes am 1. Januar 2020. URL: https://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Bestand/b_jahresbilanz.html;jsessionid=47626F4451EF12014D6CA03948EF00AB.live11292?nn=644526
- 45 KBA (2020): Jahresbilanz der Neuzulassungen. URL: https://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Neuzulassungen/neuzulassungen_node.html

- 46 Öko-Institut (2014): eMobil 2050 - Szenarien zum möglichen Beitrag des elektrischen Verkehrs zum langfristigen Klimaschutz, Berlin/Freiburg/Darmstadt.
- 47 BCG (2017): Elektrofahrzeuge werden ab 2030 voraussichtlich die Hälfte des weltweiten Automobilmarktes ausmachen. URL: https://www.bcg.com/de-de/d/press/06Nov2017-PM_The-Electric-Car-Tipping-Point-175834
- 48 Zukunft Erdgas e.V. (2020): Tankstellen-Report: Anzahl der Erdgas-Tankstellen in Deutschland. URL: <https://zukunft.erdgas.info/gas-statistik/kenndaten-mobilitaet>
- 49 H2 Mobility (2020): H2 tanken. URL: <https://h2.live/>
- 50 Ebd.
- 51 Wuppertal Institut (2019): Strom- und H2-Bedarf für einen dekarbonisierten Verkehrssektor in Deutschland, Wuppertal.
- 52 KfW Research (2018): Die Verkehrswende – Einblicke in die Mobilität der Zukunft, Fokus Volkswirtschaft, Frankfurt am Main.
- 53 Öko-Institut, KIT, ifras (2016): Erarbeitung einer fachlichen Strategie zur Energieversorgung des Verkehrs bis zum Jahr 2050, Berlin/Karlsruhe/Bern.
- 54 Ebd.
- 55 Ebd.
- 56 AEE (2019): Metaanalyse: Strom und strombasierte Kraftstoffe für den Verkehr, Berlin.
- 57 Wuppertal Institut (2019): Strom- und H2-Bedarf für einen dekarbonisierten Verkehrssektor in Deutschland, Wuppertal.
- 58 Kriegesmann, B., Böttcher, M., Lippmann, T. (2016): Die regionalökonomische Bedeutung der Wissenschaft für das Ruhrgebiet – Hochschulen und außeruniversitäre Forschungseinrichtungen als Motor der regionalen Entwicklung, in: Standort, Zeitschrift für angewandte Geographie, S. 1-7.
- 59 RVR (2020): Pendlerverflechtungen der sozialversicherungspflichtigen Beschäftigten im Ruhrgebiet. URL: <https://www.rvr.ruhr/daten-digitales/regionalstatistik/beschaeftigte-und-erwerbstaetige/>
- 60 infas, DLR, IVT, infas 360 (2019): Mobilität in Deutschland – MID Kurzreport. Ausgabe 4.0, Bonn/Berlin.
- 61 Ebd.
- 62 infas, DLR (2010): Mobilität in Deutschland 2008. Ergebnisbericht. Struktur – Aufkommen – Emissionen – Trends, Bonn/Berlin.
- 63 DLR, ifeu (2016): Alltagsmobilität: Verlagerungspotenziale auf nicht motorisierte und öffentliche Verkehrsmittel im Personenverkehr, Berlin.
- 64 Stadt Münster (2020): Verkehr in Zahlen. URL: <https://www.stadt-muenster.de/verkehrsplanung/verkehr-in-zahlen.html>; Stadt Freiburg (2020): Die Freiburger Verkehrskonzeption. URL: <https://www.freiburg.de/pb/231648.html>
- 65 Statistisches Bundesamt (2019): Verletzte bei Verkehrsunfällen nach Art der Verkehrsbeteiligung. URL: <https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Verkehrsunfaelle/Tabellen/verletzte-fahrzeugart.html>; Statistisches Bundesamt (2019): Getötete bei Verkehrsunfällen nach Art der Verkehrsbeteiligung. URL: <https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Verkehrsunfaelle/Tabellen/getoetete-fahrzeugart.html>
- 66 BMF (2020): Bundeshaushalt. Einzelpläne. URL: <https://www.bundeshaushalt.de/#/2016/soll/ausgaben/einzelplan/12.html>
- 67 Greenpeace e. V. (2018): Radfahrende schützen – Klimaschutz stärken. Sichere und attraktive Wege für mehr Radverkehr in Städten, Hamburg.
- 68 Ebd.
- 69 Ebd.

- 70 Ebd.
- 71 Gössling, S. (2018): „Kostenvergleich Auto-Fahrrad“. URL: https://www.vivavelo.org/fileadmin/inhalte/user_upload/Goessling_CBA_Auto-Fahrrad_0418.pdf
- 72 Ebd.
- 73 Greenpeace e. V. (2018): Radfahrende schützen – Klimaschutz stärken. Sichere und attraktive Wege für mehr Radverkehr in Städten, Hamburg.
- 74 Ahrens, G.-A. et al. (2013): Potenziale des Radverkehrs für den Klimaschutz, TU Dresden, Lehrstuhl Verkehrs- und Infrastrukturplanung und Lehrstuhl Verkehrsökologie, Dresden.
- 75 Ebd.
- 76 DLR (2016): Untersuchung des Einsatzes von Fahrrädern im Wirtschaftsverkehr (WIV-RAD), Berlin.
- 77 Ebd.
- 78 Radportal (2018): Öffentliche Fahrradverleihsysteme im kommunalen Fokus. Bikesharing – Chance oder Risiko für Kommunen? URL: <https://nationaler-radverkehrsplan.de/node/20878>
- 79 Wuppertal Institut, Universität Stuttgart (2015): Evaluation der Modellprojekte „Öffentliche Fahrradverleihsysteme – innovative Mobilität in Städten“, Wuppertal/Stuttgart.
- 80 Ebd.
- 81 Roland Berger (2018): Bike Sharing 5.0. Market insights and outlook, Berlin.
- 82 Landesregierung Nordrhein-Westfalen (2020): Eckpunkte für Fahrradgesetz vorgestellt - Wüst: Wir stärken Nordrhein-Westfalen als das Fahrradland Nummer 1. URL: <https://www.land.nrw.de/pressemitteilung/eckpunkte-fuer-fahrradgesetz-vorgestellt-wuest-wir-staerken-nordrhein-westfalen-als>
- 83 VDV (2018): Deutschland mobil 2030: Szenarien für die Umsetzung der Verkehrswende in Deutschland, Berlin.
- 84 infas, DLR, IVT, infas 360 (2019): Mobilität in Deutschland – MID Kurzreport. Ausgabe 4.0, Bonn/Berlin.
- 85 Resch, H. (2015): Branchenanalyse: Zukunft des ÖPNV. Entwicklungstendenzen und Chancen, Hans Böckler Stiftung, Düsseldorf.
- 86 Ebd.
- 87 BMVI (2020): Öffentlicher Personennahverkehr. URL: <https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/G/oeffentlicher-personennahverkehr.html>
- 88 UBA (2020): Treibhausgas-Emissionen im Personenverkehr. URL: https://www.umweltbundesamt.de/themen/verkehr-laerm/emissionsdaten#verkehrsmittelvergleich_personenverkehr
- 89 BMVI (2014): Berechnung des Energieverbrauchs und der Treibhausgasemissionen des ÖPNV. Leitfaden zur Anwendung der europäischen Norm EN 16258. URL: https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/G/energieverbrauch-treibhausgasemission-oepnv.pdf?__blob=publicationFile
- 90 HC, Öko-Institut (2012): Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energie und Steigerung der Energieeffizienz im öffentlichen Personennahverkehr, Hamburg/Berlin.
- 91 Statista (2019): Kraftomnibus-Bestand in Deutschland nach Kraftstoffarten. URL: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/468840/umfrage/omnibus-bestand-in-deutschland-nach-kraftstoffarten/>

- 92 NOW GmbH (2020): Marktanalyse alternativer Antriebe im deutschen Schienenpersonennahverkehr. URL: https://www.now-gmbh.de/content/1-aktuelles/1-presse/20200331-hohes-marktpotenzial-alternativer-antriebe-im-schienerverkehr/now_marktanalyse-schienerverkehr.pdf
- 93 BMVI (2014): Berechnung des Energieverbrauchs und der Treibhausgasemissionen des ÖPNV. Leitfaden zur Anwendung der europäischen Norm EN 16258. URL: https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/G/energieverbrauch-treibhausgasemission-oepnv.pdf?__blob=publicationFile
- 94 VDV (2020): 2018 Statistik. URL: <https://www.vdv.de/statistik-jahresbericht.aspx>
- 95 BCG, Prognos (2018): Klimapfade für Deutschland, Berlin.
- 96 Wuppertal Institut (2017): Verkehrswende für Deutschland: Der Weg zu CO2-freier Mobilität bis 2035, Wuppertal.
- 97 Wuppertal Institut (2019): Strom- und H2-Bedarf für einen dekarbonisierten Verkehrssektor in Deutschland, Wuppertal.
- 98 Ebd.
- 99 VRR (2020): Verbundbericht 2018/2019. URL: https://www.vrr.de/fileadmin/user_upload/pdf/Presse/Publicationen/Publicationen/Verbundbericht_2018_2019.pdf
- 100 RVR (2018): Regionales Mobilitätsentwicklungskonzept für die Metropole Ruhr. Analysebericht, Essen.
- 101 infas, DLR, IVT, infas 360 (2019): Mobilität in Deutschland – MID Kurzreport. Ausgabe 4.0, Bonn/Berlin.
- 102 Ebd.
- 103 VRR (2019): Infrastrukturbroschüre. URL: https://www.vrr.de/fileadmin/user_upload/pdf/der_vrr/oepnv_investitionen/Infrastrukturbroschuere_2019.pdf
- 104 NPV (2018): Finanzierung des ÖPNV. URL: <https://www.nph.de/de-wAssets/docs/oepnv/nahverkehrsplan/NVP-2018/Kapitel-5-Finanzierung-des-OePNV.pdf>
- 105 IW (2019): Die Zukunft der Regionen in Deutschland. Zwischen Vielfalt und Gleichwertigkeit, Köln.
- 106 BMVI (2020): Mehr Geld für Investitionen in den Öffentlichen Personennahverkehr. URL: <https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/K/gvgf-nahverkehr.html>
- 107 VRR (2020): Verbundbericht 2018/2019. URL: https://www.vrr.de/fileadmin/user_upload/pdf/Presse/Publicationen/Publicationen/Verbundbericht_2018_2019.pdf
- 108 RVR (2018): Regionales Mobilitätsentwicklungskonzept für die Metropole Ruhr. Analysebericht, Essen.
- 109 Statista (2020): Wie zufrieden sind Sie insgesamt mit Ihren örtlichen Verkehrsunternehmen in Bezug auf folgende Aspekte? URL: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/156402/umfrage/zufriedenheit-mit-den-oeffentlichen-verkehrsmitteln-in-verschiedenen-deutschen-staedten/>
- 110 Stadtwerke Neuss GmbH (2020): Nextticket. URL: <https://www.nextticket.de/>
- 111 Ebd.
- 112 Hütter, A. (2016): Güterverkehr in Deutschland 2014. Statistisches Bundesamt, Wiesbaden.
- 113 Öko-Institut, DLR, ifeu, infras (2016): Endbericht Renewbility III. Optionen einer Dekarbonisierung des Verkehrssektors, Berlin.
- 114 Statistisches Bundesamt (2020): Transport, Verkehr. Güterverkehr. URL: https://www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Transport-Verkehr/_Grafik/_Interaktiv/gueterverkehr.html

- 115 Ebd.
- 116 Hütter, A. (2016): Güterverkehr in Deutschland 2014. Statistisches Bundesamt, Wiesbaden.
- 117 Ebd.
- 118 Statistisches Bundesamt (2020): Transport, Verkehr. Güterverkehr. URL: https://www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Transport-Verkehr/_Grafik/_Interaktiv/gueterverkehr.html
- 119 Wolpert, S. (2013): City-Logistik. Bestandsaufnahme relevanter Projekte des nachhaltigen Wirtschaftsverkehrs in Zentraleuropa, Fraunhofer ISI, Stuttgart.
- 120 Ebd.
- 121 Prümm, D., Kauschke, P., Preiseler, H. (2017): Aufbruch auf der letzten Meile – Neue Wege für die städtische Logistik, pwc, Düsseldorf.
- 122 EU-Kommission (2015): Weißbuch. Fahrplan zu einem einheitlichen europäischen Verkehrsraum – Hin zu einem wettbewerbsorientierten und ressourcenschonenden Verkehrssystem. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:52011DC0144&from=DE>
- 123 Bundesregierung (2019): Klimaschutzprogramm 2030 der Bundesregierung zur Umsetzung des Klimaschutzplans 2050. URL: <https://www.bundesregierung.de/resource/blob/975226/1679914/e01d6bd855f09bf05cf7498e06d0a3ff/2019-10-09-klimamassnahmen-data.pdf?download=1>
- 124 ICCT (2019): CO2 Standards für schwere Nutzfahrzeuge in der Europäischen Union. URL: https://theicct.org/sites/default/files/publications/CO2%20HDV%20EU%20Policy%20Up-date%202019_04_17.pdf
- 125 Ebd.
- 126 Wuppertal Institut (2019): Strom- und H2-Bedarf für einen dekarbonisierten Verkehrssektor in Deutschland, Wuppertal.
- 127 Wuppertal Institut (2019): Strom- und H2-Bedarf für einen dekarbonisierten Verkehrssektor in Deutschland, Wuppertal; ifeu, infras, LBST (2016): Klimaschutzbeitrag des Verkehrs bis 2050, Heidelberg/Bern/München; Öko-Institut, DLR, ifeu, infras (2016): Endbericht Renewbility III. Optionen einer Dekarbonisierung des Verkehrssektors, Berlin.
- 128 infras (2016): Szenarien für einen nachhaltigen Güterverkehr in Deutschland, Zürich.
- 129 E-mobil BW GmbH (2016): Kommerzialisierung der Wasserstofftechnologie in Baden-Württemberg. Rahmenbedingungen und Perspektiven, Stuttgart
- 130 VNG, Enervis (2018): META-Studie Sektorenkopplung: Analyse einer komplexen Diskussion, Berlin.
- 131 Wuppertal Institut (2018): Technologiebericht 4.4. Verfahren der CO2-Abtrennung aus Faulgasen und Umgebungsluft innerhalb des Forschungsprojekts TF_Energiewende, Wuppertal.
- 132 Wuppertal Institut (2019): Strom- und H2-Bedarf für einen dekarbonisierten Verkehrssektor in Deutschland, Wuppertal.
- 133 Ebd.
- 134 Öko-Institut, Fraunhofer ISI (2015): Klimaschutzszenario 2050. 2. Modellierungsrunde, Berlin.
- 135 Dena, EWI (2018): dena-Leitstudie Integrierte Energiewende, Berlin.
- 136 Öko-Institut, DLR, ifeu, infras (2016): Endbericht Renewbility III. Optionen einer Dekarbonisierung des Verkehrssektors, Berlin.
- 137 Ebd.

- 138 Ebd.
- 139 Wuppertal Institut (2019): Strom- und H2-Bedarf für einen dekarbonisierten Verkehrssektor in Deutschland, Wuppertal; Öko-Institut, DLR, ifeu, infras (2016): Endbericht Renewability III. Optionen einer Dekarbonisierung des Verkehrssektors, Berlin; infras (2016): Szenarien für einen nachhaltigen Güterverkehr in Deutschland, Zürich; UBA (2016): Finanzierung einer nachhaltigen Güterverkehrsinfrastruktur. Anforderungen und Rahmenbedingungen für eine zukunftsorientierte Entwicklung des Güterverkehrs – eine systematische Analyse auf der Grundlage eines Ländervergleichs, Dessau-Roßlau.
- 140 Wirtschaftsförderung Metropol Ruhr GmbH (2012): Verkehrsleistung des Ruhrgebiets im Metropolenvergleich, Mülheim an der Ruhr.
- 141 Fraunhofer-Institut IML (2016): Potenziale einer innovativen Stadt-Logistik in Bottrop, Dortmund.
- 142 Ebd.
- 143 BMVI (2019): Masterplan Binnenschifffahrt.
URL: https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/WS/masterplan-binnenschifffahrt-de.pdf?__blob=publicationFile
- 144 Duisburger Hafen (2020): Logistische Dienstleistungen.
URL: <https://www.duisport.de/kompetenzen/logistische-dienstleistungen/>
- 145 BDI (2015): Die Mobilität der Zukunft wird digital vernetzt sein.
URL: <https://bdi.eu/themenfelder/mobilitaet-und-logistik/zukunft-der-mobilitaet/#>;
Heß, A., Polst, S. (2017): Mobilität und Digitalisierung: Vier Zukunftsszenarien, Bertelsmann Stiftung, Gütersloh; Nationale Plattform Zukunft der Mobilität (2019): Digitalisierung für den Mobilitätssektor, Berlin.
- 146 Heß, A., Polst, S. (2017): Mobilität und Digitalisierung: Vier Zukunftsszenarien, Bertelsmann Stiftung, Gütersloh.
- 147 Wuppertal Institut (2017): Verkehrswende für Deutschland: Der Weg zu CO2-freier Mobilität bis 2035, Wuppertal.
- 148 BDI (2015): Die Mobilität der Zukunft wird digital vernetzt sein.
URL: <https://bdi.eu/themenfelder/mobilitaet-und-logistik/zukunft-der-mobilitaet/#>
- 149 Nationale Plattform Zukunft der Mobilität (2019): Digitalisierung für den Mobilitätssektor, Berlin.
- 150 Stadtwerke Neuss GmbH (2020): Nextticket. URL: <https://www.nextticket.de/>
- 151 Nationale Plattform Zukunft der Mobilität (2019): Digitalisierung für den Mobilitätssektor, Berlin.

BETEILIGTE WISSENSCHAFTLER/INNEN

Prof. Dr. Bernd Kriegesmann
Projektleiter

Minela Balic

Stefanie Bengfort

Torben Lippmann

Prof. Dr. Carsten Wolff

FÖRDERKENNZEICHEN

Westfälische Hochschule:
13FH0E12IA

Fachhochschule Dortmund:
13FH0E11IA

GEFÖRDERT DURCH

Bundesministerium für Bildung und Forschung



IMPRESSUM

HERAUSGEBER

© Institut für Innovationsforschung und -management (ifi)
Zentrale wissenschaftliche Einrichtung der Westfälischen Hochschule
Buscheyplatz 13
44801 Bochum
Prof. Dr. Bernd Kriegesmann

DESIGN UND REALISIERUNG

ardh

Art des Hauses
Kreativagentur Dortmund
Hörder Semerteichstraße 175
44263 Dortmund

DRUCK

Druckerei Schneider GmbH
Am Luftschaft 6
45886 Gelsenkirchen

PROJEKTPARTNER

Institut für Innovationsforschung und -management
Westfälische Hochschule | Koordinator



Institut für die Digitalisierung von Arbeits- und Lebenswelten
Fachhochschule Dortmund

Fachhochschule Dortmund

University of Applied Sciences and Arts

IDIAL Institute for the Digital Transformation of Application and Living Domains

Smart Mechatronics GmbH
Unternehmenspartner

Smart Mechatronics

BILDNACHWEISE

Umschlag | Cover: © jamesteohart (shutterstock)
Seite 06: © Gerd Altmann (Pixabay)
Seite 14: © Vonovia SE, Vonovia SE
Seite 15: © Simon Bierwald (Vonovia)
Seite 16: © Auktora GmbH
Seite 17: © ruhrvalley
Seite 19: © Verkehrsverbund Rhein-Ruhr AöR, Gerhard G. (Pixabay)
Seite 20: © Gerhard G. (Pixabay)
Seite 22: © Jörg Meyer (ruhrvalley)
Seite 23: © nextbike GmbH
Seite 25: © nextbike GmbH (Pressebereich des Unternehmens)
Seite 28: © Kompetenzzentrum Marketing NRW (KCM)
Seite 29: © Kompetenzzentrum Marketing NRW (KCM)
Seite 31: © Duisburger Verkehrsgesellschaft, Ebd.
Seite 32: © Michael Gaida (Pixabay)
Seite 34: © andreas160578 (Pixabay)
Seite 35: © Markus Distelrath (Pixabay)
Seite 36: © duisport – Duisburger Hafen AG, Ebd.
Seite 37: © duisport – Duisburger Hafen AG
Seite 38: © duisport – Duisburger Hafen AG
Seite 41: © Christian Beultemann (Pixabay)
Seite 42: © jamesteohart (shutterstock)



**Institut für Innovationsforschung
und -management (IFI)**

Buscheyplatz 13
44801 Bochum

