



”

FACHLICHE HANDREICHUNG ZUR KOMMUNALEN MOBILITÄTSPLANUNG MIT DEM ZIEL DER ENERGIEWENDE

Projektpartner*innen



Prof. Dr. Michèle Knodt
(Projektleitung)
Technische Universität Darmstadt



Prof. Dr. Hans-Joachim Linke
Technische Universität Darmstadt



Dr. Eva Klien
Fraunhofer-Institut für
Graphische Datenverarbeitung

Autor*innen

Luisa Ritter
Technische Universität Darmstadt

Jana Stahl
Technische Universität Darmstadt

Prof. Dr. Hans-Joachim Linke
Technische Universität Darmstadt

Herausgegeben von

BMWK-Projekt PaEGIE
Technische Universität Darmstadt
Institut für Politikwissenschaft
Landwehrstraße 50A
64293 Darmstadt
August 2023

Bildnachweis

Titelbild von Gerd Keim



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT



Fraunhofer
IGD

Inhalt

Was ist die Mobilitätswende und warum ist sie erforderlich?	5
Welche Mobilitätskonzepte gibt es?	6
<i>Individuelle Nutzung</i>	7
Fußverkehr	7
Fahrrad	8
Personenkraftwagen	9
Motorisierte Zweiräder	10
<i>Geteilte Nutzung: Sharing-Modelle</i>	10
(Lasten-) Fahrräder	10
E-Scootersharing	10
Elektroroller	11
Carsharing	12
<i>Kollektive Nutzung</i>	12
Öffentlicher Personennahverkehr	12
Literatur	15

Glossar Mobilität

Carpooling	Bildung einer Fahrgemeinschaft zur Erreichung eines gemeinsamen oder ähnlichen Zielortes [1].
CO₂-Äquivalente	Neben CO ₂ tragen noch weitere Treibhausgase zur globalen Erwärmung bei. Wie stark diese im Vergleich zu Kohlenstoffdioxid wirken wird in CO ₂ -Äquivalenten angegeben (CO ₂ = 1) [2].
Hybrid-Fahrzeug	Pkw, bei dem mindestens zwei Antriebssysteme zum Einsatz kommen, i.d.R. Verbrennungsmotoren in Kombination mit elektrischem Antrieb. Die elektrische Energie kann z. B. beim Bremsen rekuperiert werden (autarker Hybrid) oder durch Nachladen über das externe Stromnetz zugeführt werden (Plug-In-Hybrid) [3].
Intermodalität	Kombination von mehreren Verkehrsmodi auf einem Weg, z. B. die Nutzung des <i>Fahrrads</i> auf dem Weg zum ÖPNV und schließlich das Erreichen des Zielortes <i>zu Fuß</i> [4].
Mobilität	(Verkehrs-)Mobilität bezeichnet die Möglichkeit der Ortsveränderung von Personen [5].
Mobilitätswende	Prozess der Verlagerung und Vermeidung vom motorisierten Individualverkehr hin zur Nutzung von nachhaltigen Mobilitätsformen [6].
On-Demand Mobilität	Bedarfsgesteuertes Mobilitätsangebot, bei dem der Nutzende unmittelbar vor Reisebeginn mithilfe von Echtzeit-Informationen die Buchung eines Fahrzeuges vornimmt [7].
Treibhausgas	Gasförmige Bestandteile der Atmosphäre, die durch Absorption thermischer Infrarotstrahlung und Emission dieser in Form von Wärme zum Treibhauseffekt beitragen. Haupttreibhausgase sind Wasserdampf, Kohlenstoffdioxid, Lachgas, Methan und Ozon [8].

Was ist die Mobilitätswende und warum ist sie erforderlich?

Basierend auf den Zielen des Pariser Abkommens von 2015, bei dem sich 197 Staaten auf ein globales Klimaschutzabkommen und damit auf die Begrenzung der Erderwärmung auf „deutlich unter“ zwei Grad Celsius geeinigt haben, hat auch Deutschland ein entsprechendes Gesetz verabschiedet. Das Bundes-Klimaschutzgesetz gibt vor, dass bis zum Jahr 2030 eine Reduktion der Treibhausgasemissionen (THG-Emissionen) um mindestens 65 % gegenüber 1990 erreicht werden soll [8]. Darüber hinaus wird bis zum Jahr 2050 eine nahezu vollständige Dekarbonisierung der deutschen Wirtschaft angestrebt [9, 10]. Für den Verkehrssektor sieht der Klimaschutzplan 2050 eine Minderung der CO₂-Äquivalente um 95 Mio. Tonnen bis 2030 vor [10]. Dies entspricht einer Reduktion um 42 % gegenüber 1990. Von diesen Zielen ist Deutschland bislang noch weit entfernt: Trotz erhöhter technischer Effizienz steigen entgegen den Bestrebungen die THG-Emissionen im Verkehrssektor an. Dies ist zum einen auf die gestiegene Fahrleistung und zum anderen auf größere, und damit schwerere sowie leistungsstärkere Pkw zurückzuführen. Da 95 % der direkten THG-Emissionen auf den Straßenverkehr und davon fast 2/3 auf den Pkw-Verkehr entfallen, müssen hier Einsparungen erzielt werden, um die oben genannten Ziele zu erreichen [9]

Hierfür wird eine Mobilitätswende angestrebt: Die Abkehr vom motorisierten Individualverkehr hin zur nachhaltigen Nutzung eines Mobilitätsverbundes mit vielfältigen Angeboten in den Mobilitätsformen ÖPNV, Rad- und Fußverkehr [9]. Dabei können auch neue Mobilitätsangebote, z. B. Sharing- und Pooling-Modelle eingebunden werden [9]. Im Bereich

des Pkw-Verkehrs muss neben einer höheren Energieeffizienz der Umstieg auf nachhaltige Verkehrsmittel angestrebt werden. Ziel ist es, allen Menschen Mobilität zu ermöglichen und dabei den Energieverbrauch und die Treibhausgasemissionen zu reduzieren sowie erneuerbare Energien anstelle fossiler Brennstoffe zur Energiebereitstellung zu nutzen [11]. Positive Nebeneffekte ergeben sich in den Bereichen Umwelt und Gesundheit; zudem kann eine Entlastung der Ressource Fläche erfolgen, was insbesondere im urbanen Raum als wichtiges Ziel angesehen werden kann.

Handlungsbedarf besteht auf allen Ebenen: In der Politik, die mit dem Klimaschutzgesetz und dem Klimaschutzplan erste Anforderungen an die Sektoren gestellt hat, in den Kreisen, Städten und Gemeinden, die diese auf kommunaler Ebene umsetzen sowie Flächen für umweltfreundliche Mobilitätsformen bereitstellen und Anreize zum Umstieg setzen müssen, in den Unternehmen, welche z. B. Sharing-Modelle zur Verfügung stellen können, sowie bei den Bürgerinnen und Bürgern, die mit ihrem individuellen Verhalten den Erfolg der Mobilitätswende mitsteuern.

Auf den folgenden Seiten werden verfügbare Mobilitätskonzepte und ihr Beitrag zur Mobilitätswende dargestellt. Die verschiedenen Konzepte bieten jeweils unterschiedliche Nutzungsmöglichkeiten und weisen unterschiedliche ökologische Vorteile auf. Darüber hinaus werden Anregungen zur Verbesserung der einzelnen Angebote gegeben, die jeweils grün hinterlegt sind. Die Ergebnisse sind Teil des vom BMWK geförderten Forschungsprojekts „PaEGIE - Partizipative

Energietransformation“¹, welches – mit Fokus auf urbanen Räumen - untersuchte, wie eine größere Akzeptanz und eine fundamentale Verhaltensänderung von Bürger*innen durch neue Partizipationsformen in der Energietransformation im Bereich Verkehr und

Mobilität erreicht werden können. Die hier dargelegten Ausführungen sind daher aus der Perspektive urbaner Mobilitätsplanung verfasst, viele Konzepte lassen sich jedoch auf ländliche Räume übertragen.

Welche Mobilitätskonzepte gibt es?

Mobilitätsangebote lassen sich in verschiedene Kategorien einteilen: Zum einen in die Formen Individualverkehr und Öffentlicher Personenverkehr (innerhalb eines Stadtgebietes zumeist: Öffentlicher Personennahverkehr). Der Individualverkehr kann entweder nicht-motorisiert (Fußverkehr, Fahrräder, Lastenräder ohne Antrieb) oder motorisiert (E-Bikes, E-Lastenrad, E-Scooter, motorisierte Zweiräder, Pkw) stattfinden. Weiter kann nach der Art der Nutzung unterschieden werden: Diese kann kollektiv stattfinden, wie beim ÖPNV, bei dem

Einzelnachfragen verschiedener Personen gleichzeitig zusammengefasst werden [12]. Bei der geteilten Nutzung wird das Fortbewegungsmittel – vermittelt über einen Anbieter – zeitlich versetzt geteilt, wie z. B. beim Car- oder Bikesharing oder auch beim Taxi. Bei der individuellen Nutzung ist meist der Nutzende auch Eigentümer des Fortbewegungsmittels, welches von ihm allein bzw. mit ihm bekannten Personen, verwendet wird. Tabelle 1 fasst die verschiedenen Kategorien zusammen.

Tabelle 1: Personenverkehr in der Stadt. Abbildung in Anlehnung an [13].

	Antriebs- energie	Individuelle Nutzung		Geteilte Nutzung		Kollektive Nutzung		
		Nicht- motorisierter Individualverkehr	Fußverkehr					
Fahrrad	Lastenrad		Bike- sharing	Lastenrad- sharing				
Motorisierter Individualverkehr	Elektrisch	E-Bike	E-Lasten- rad	E-Bike- sharing	E-Lastenrad- sharing			
		E-Scooter		E-Scootersharing				
	Chemisch	Motorisierte Zweiräder	Pkw	Moped- sharing	Carsharing			
Öffentlicher Personenverkehr	Elektrisch			Taxi		Bahn	Linien- bus	Rufbus
	Chemisch							

¹ Diese Handreichung geht aus dem Verbundvorhaben „PAE-GIE – Partizipative Energietransformation: Innovative digitale Tools für die gesellschaftliche Dimension der Energiewende“ hervor, das mit Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft

und Klimaschutz (BMWK) unter dem Förderkennzeichen 03EI5216A im Zeitraum vom 01.11.2020 bis zum 31.12.2023 gefördert wurde.

Welche Mobilitätskonzepte gibt es?

Individuelle Nutzung

Im Folgenden werden Mobilitätsformen betrachtet, die individuell genutzt werden. Darunter fallen alle Nutzungsformen, die weder der geteilten noch der kollektiven Nutzung zugeordnet werden können. Zur individuellen Nutzung werden sowohl der Fußverkehr als auch die Nutzung privater Verkehrsmittel wie Fahrrad oder Pkw gezählt.

Fußverkehr

Personen, die zu Fuß gehen und keine technischen Verkehrsmittel benutzen, werden dem Fußverkehr zugeordnet. Dieser steht allen Menschen zur Verfügung, sofern die körperliche Mobilität nicht eingeschränkt ist. Insbesondere für kurze Distanzen oder als Teil einer intermodalen Wegeketten ist der Fußverkehr eine bevorzugte Mobilitätsform [14].

Für Fußgänger*innen entstehen keine Kosten, zudem ergeben sich positive gesundheitliche Aspekte sowohl direkt für den Einzelnen durch körperliche Aktivität als auch für die Gesellschaft, da durch das Zufußgehen keine zusätzlichen Treibhausgasen entstehen und akute Gefährdungen, z. B. Unfälle infolge hoher Geschwindigkeiten oder Kollisionen, stark reduziert werden [15]. Die Lärmemissionen des Fußgängerverkehrs werden ebenso wie der Flächenverbrauch auf ein Minimum reduziert [16].

Die Stärkung des Fußverkehrs stellt einen Beitrag zur Mobilitätswende dar, allerdings können hier aufgrund der geringen Fortbewegungsgeschwindigkeit nur kurze Wege ersetzt werden.

Zu Fuß Gehen im Überblick²



Wie wird guter Fußverkehr gestaltet?

Sichere Wege

Sicherheit für Fußgänger*innen erhöhen durch beleuchtete Wege, rutschfeste Bodenbeläge ohne Stolperfallen und die Trennung von anderen Verkehrsarten [17].

Barrierefreiheit

Hindernisfreie Gehwege, abgesenkte Bordsteine und Rampen erleichtern mobilitätseingeschränkten Personen und Personen mit Kinderwägen die Teilnahme am Fußverkehr. Auch taktile Bodenleitsysteme und längere Ampelphasen beim Überqueren von Straßen können Menschen mit Behinderungen unterstützen [17].

Aufenthaltsqualität und Komfort

Breite Gehwege, verkehrsberuhigte Bereiche und Fußgängerzonen verbessern die Sicherheit für Fußgänger*innen und schaffen eine angenehme Umgebung. Aufenthaltsbereiche mit Sitzmöglichkeiten, Begrünung oder Wasserflächen schaffen eine angenehme Atmosphäre und tragen zur Erhöhung der Aufenthaltsqualität und des Komforts bei [17].

² Hinweis zu den Abbildungen: Die Übersichts-Grafiken zu den einzelnen Verkehrsmitteln basieren auf einer Vielzahl von Datenquellen und Literaturangaben. Die Skala zeigt den relativen Vergleich zu den übrigen untersuchten Verkehrsmitteln und kann je nach individueller Nutzung variieren. Die Kosten beziehen sich lediglich auf die Kosten in der Nutzungsphase pro Kilometer und beinhalten keine Anschaffungskosten.

Was erhöht die Attraktivität des Fahrradfahrens?

Infrastruktur

Eine gut ausgebaute Radverkehrsinfrastruktur mit breiten und durchgängigen Radwegenetzen sowie ausreichenden und sicheren Abstellmöglichkeiten in der Nähe wichtiger Ziele kann die Attraktivität des Radverkehrs erhöhen. Radschnellwege, die durchgängig hohe Geschwindigkeiten ermöglichen, können Verbindungen auch zu weiter entfernten Zielen schaffen. Durch eine sinnvolle Verknüpfung mit dem ÖPNV können auch Teilstrecken attraktiv gestaltet werden [20].

Sicherheit

Die Trennung der Radwege vom motorisierten Verkehr und die sichere Gestaltung von Abbiegesituationen erhöhen die Sicherheit des Radverkehrs [20].

Angebot

Fahrradverleihsysteme (vgl. [Sharing-Modelle](#)), die auch Lastenräder und Fahrräder mit elektrischer Unterstützung anbieten, ermöglichen mehr Menschen den Zugang zum Fahrrad. So kann auch spontan ein Fahrrad genutzt werden, wenn das eigene Fahrrad keine Option darstellt. Finanzielle Anreize für die Anschaffung oder den Unterhalt in Form von Zuschüssen oder Steuervergünstigungen können dazu beitragen, dass mehr Menschen das Fahrrad nutzen [20].

Fahrrad

Der Radverkehr gilt - ähnlich wie der Fußverkehr - als eine der klimafreundlichsten und gesündesten Arten der Fortbewegung und lässt sich allgemein in zwei Kategorien unterteilen. Man unterscheidet zwischen den rein mit Muskelkraft betriebenen Fahrrädern und solchen mit elektrischer Unterstützung wie E-Bikes [18].

Verglichen mit dem Fußverkehr können hier höhere Geschwindigkeiten erzielt werden und somit größere Strecken (schneller) zurückgelegt werden. Fahrräder mit elektrischer Unterstützung können auch Personen, die aus verschiedenen Gründen muskelbetriebene Fahrräder nicht nutzen können oder möchten, die Nutzung dieses Verkehrsmittels ermöglichen. Zudem bieten Fahrräder, insbesondere Lastenfahrräder, die Möglichkeit, Güter oder Personen zu transportieren. Je nach Typ des Lastenrades können zwischen 25 kg und 300 kg zusätzliche Nutzlast befördert werden. Lastenräder werden auch im Bereich der Zustellung von Paketen, Lebensmitteln, Pharmazeutika und vielen anderen Gütern sowie im Handel und Handwerk eingesetzt [19].

Abgesehen von den Anschaffungs- und Wartungskosten ist das Fahrrad ein kostengünstiges Verkehrsmittel. Durch die Vermeidung von klima- und gesundheitsschädlichen Emissionen werden sowohl die individuelle als auch die gesellschaftliche Gesundheit und die Umwelt geschützt [20]. Darüber hinaus ist der Flächenverbrauch des Fahrrades im Vergleich relativ gering, so dass die wertvolle städtische Ressource Fläche durch das Radfahren geschont wird [16].

Fahrradfahren im Überblick



E-Bikefahren im Überblick



Welche Mobilitätskonzepte gibt es?

Personenkraftwagen

Im Wesentlichen können für Personenkraftwagen drei verschiedene Antriebsarten unterschieden werden: Verbrennungsmotoren, angetrieben von z. B. Diesel oder Benzin, (Plug-in-)Hybridantriebe sowie rein elektrische Antriebe.

Mithilfe von Pkw können große Strecken vergleichsweise schnell zurückgelegt werden. Zudem ist die Nutzung zeitlich - ebenso wie im Fuß- und Radverkehr - flexibel, da keine Abhängigkeit von Fahrplänen oder anderen Nutzenden besteht. Viele Autofahrende schätzen zudem den Komfort, den ein Pkw bietet, und insbesondere für mobilitätseingeschränkte Personen kann die Nutzung eines Pkw die einzige (unkomplizierte) Art der Fortbewegung sein.

Neben den Vorteilen eines Pkw bestehen jedoch einige Nachteile, die insbesondere die Gesellschaft und nicht zwangsweise den einzelnen Nutzenden betreffen: Pkw sind im direkten Vergleich recht teuer, sowohl im Bereich direkter Kosten (z. B. Tankkosten), als auch durch externe Kosten, wie den Bau von Straßen oder die Bereitstellung von Parkräumen [21]. Kosten entstehen zudem durch die Umweltbelastung durch den Ausstoß von Treibhausgasen und Feinstaub [22]. Hinzu kommen die Gefahr, die bei Unfällen von Pkw ausgeht, sowie der Flächenverbrauch, da Parkplätze und Verkehrsflächen pro Nutzendem sehr viel höher ausfallen als bei anderen Verkehrsmitteln [16].

Pkw mit Verbrennungsmotor (Benzin) im Überblick



Pkw mit Elektromotor im Überblick



Wie können im motorisierten Individualverkehr die Ziele der Mobilitätswende erreicht werden?

E-Mobilität

Elektroautos bieten die gleichen Vorteile wie Pkw mit Verbrennungsmotor, sind aber im Betrieb emissionsfrei und tragen so zur Reduzierung von Treibhausgasen und Luftverschmutzung bei. Außerdem haben sie einen höheren Wirkungsgrad und verbrauchen weniger Energie pro zurückgelegter Strecke. Anreize bieten Zuschüsse zum Kaufpreis (Umweltbonus), Steuererleichterungen und geringere Betriebskosten durch geringere Verschleiß-, Wartungs- und Kraftstoffkosten.

Um die Nutzung attraktiv zu gestalten, muss jedoch eine geeignete (Schnell-) Ladeinfrastruktur sowohl im privaten als auch im öffentlichen Raum vorhanden sein [23].

Bewusstseinsbildung

Die Gesamtanzahl an Autos ist gleichwohl im Sinne der Mobilitätswende zu reduzieren, z. B. durch [Car-sharing](#)-Angebote. Im Gegensatz zur bisher propagierten "autogerechten Stadt" [24] soll die begrenzte Ressource Fläche im urbanen Raum nicht nur einem Verkehrsmittel zur Verfügung stehen, sondern muss sinnvoll an die Bedürfnisse aller Verkehrsteilnehmenden angepasst werden.

Verkehrslenkung

Intelligentes Verkehrsmanagement in Städten führt zu einem effizienteren Verkehrsfluss. Im Vergleich zum Stop-and-Go-Verkehr entstehen weniger Emissionen durch Anfahrvorgänge, es wird weniger Kraftstoff verbraucht und der Lärmpegel sinkt [25].

Motorisierte Zweiräder

Motorisierte Zweiräder wie Motorräder, Roller und Mopeds mit Verbrennungsmotoren oder elektrischen Antrieben werden für den Transport von Personen und Gütern auf kurzen bis mittleren Strecken eingesetzt. Sie sind in der Regel kostengünstiger als private Pkw, zudem benötigen sie geringere Parkraumflächen.

Geteilte Nutzung: Sharing-Modelle

Sharing-Angebote bieten die Möglichkeit, Fahrzeuge - mit oder ohne elektrischen Antrieb - auszuleihen. Es kann zwischen stationsgebundenen und freiem Sharing unterschieden werden: Während bei stationsgebundenem Sharing Fahrzeuge nur an ausgewählten Stationen entliehen und zurückgestellt werden können, ist bei der freien Variante das Abstellen der Verkehrsmittel, entsprechend den allgemeinen Verkehrsregeln, im gesamten Straßenraum möglich. Kommunen und Anbieter definieren hier unter Umständen Abstellverbotszonen, in denen keine Rückgabe möglich ist [26].

Für den Buchungs- und Ausleihvorgang wird meist ein Smartphone mit der App des Anbieters benötigt. Die Kosten können unterschiedlich ausfallen und sind in der Regel von der Dauer der Nutzung abhängig [27].

Sharing-Angebote sollen die Nutzung insbesondere von Mikromobilitätsangeboten möglichst vielen Personen pro Tag ermöglichen. Für den Nutzenden ergibt sich eine große Flexibilität, da die Fahrzeuge zumeist spontan ausgeliehen und abgegeben werden können. Eine Nutzung ist jedoch abhängig von der Verfügbarkeit und Funktionsfähigkeit der angebotenen Verkehrsmittel und meistens ist eine vorherige Registrierung beim Anbieter erforderlich.

(Lasten-)Fahrräder

In den meisten deutschen Städten ist ein großes Bike-Sharing Angebot verfügbar, die Ausleihmöglichkeiten von Lastenrädern sind begrenzter. Gerade diese bieten jedoch auch das Potential, Autofahrten zu ersetzen, z. B. beim Transportieren von Gütern [19]. Beim Bike-Sharing werden beide Verleihvarianten genutzt: Stationsgebundene und Free-Floating-Systeme. Free-Floating-Systeme erfordern häufig das Aufsammeln und Umplatzen der Fahrräder durch den Anbieter, um eine gleichmäßige Verteilung über das bediente Gebiet zu erreichen und ggf. E-Bikes aufzuladen. Daher ergeben sich bei Free-Floating-Systemen bedingt durch das erforderliche Einsammeln Emissionen, die bei stationsgebundenen Angeboten vermieden werden.

Bike-Sharing (ohne elektrischen Antrieb) im Überblick



Lastenrad-Sharing (mit elektrischem Antrieb) im Überblick



E-Scootersharing

Als E-Scooter werden mit einem Elektromotor ausgestattete Tretroller bezeichnet, die für den Straßenverkehr mit einer Höchstgeschwindigkeit von 20 km/h zugelassen werden. Das E-Scootersharing verfolgt ähnlich wie Car- und Bikesharing-Angebote den Gedanken der gemeinsamen Nutzung eines Verkehrsmittels [28].

Bei E-Scootern dominiert das System der freien Rückgabe, was sie für die Nutzenden sehr flexibel macht. Dies führt jedoch auch zu Konfliktpotential: Das Abstellen von E-Scootern auf Gehwegen behindert unter Umständen andere Verkehrsteilnehmende. Manche Anbieter setzen daher auf

Welche Mobilitätskonzepte gibt es?

einen Fotobeweis, auf dem abgebildet wird, dass der Nutzende das Fahrzeug ordnungsgemäß abgestellt hat [29].

E-Scooter erzeugen während der Nutzung keinerlei Emissionen und sind geräuscharm. Wie auch beim Bikesharing können sich jedoch beim Free-Floating höhere Emissionen ergeben, da die E-Scooter durch die Verleih-Firma neu platziert und hierzu mit einem Transporter verladen werden müssen [28].

Am E-Scootersharing wird beanstandet, dass dieses häufig nur als Ersatz für den Fußverkehr oder ÖPNV genutzt werde und so keinen Beitrag zur Mobilitätswende darstellt. Die erlaubte Nutzung von E-Scootern gleicht denen von Fahrrädern: E-Scooter dürfen auf Radwegen, -streifen und Fahrradstraßen fahren und nur, wenn diese nicht vorhanden sind, auf der Straße [28].

E-Scooter-Sharing im Überblick



Elektroroller

Die Möglichkeit zum Ausleihen von Elektrorollern (oder E-Mopeds) besteht in Deutschland bislang nur in einigen Großstädten. Die Abrechnung erfolgt meist nach einem Minutentarif.

Wie auch bei anderen Sharing-Diensten muss der Nutzende lediglich die tatsächliche Nutzung zahlen und hat keinerlei Anschaffungs- und Wartungsaufwand. Verglichen mit E-Scootern und Fahrrädern kann mit Elektrorollern eine höhere Geschwindigkeit von bis zu 50 km/h sowie eine größere Reichweite erzielt werden [30].

Elektroroller-Sharing im Überblick



Wie werden Sharing-Angebote verbessert?

Infrastruktur

Wesentliche Vorteile von Sharing-Modellen sind die kurzfristige Verfügbarkeit und die Anpassung an den aktuellen Bedarf des Nutzenden. Entscheidend dafür ist eine ausreichende Verfügbarkeit verschiedener Angebote und insbesondere die gute Erreichbarkeit und Sichtbarkeit der Stationen an sinnvoll gewählten Standorten. Sharing-Standorte sollten gut erreichbar sein, z. B. in der Nähe von ÖPNV-Haltestellen, und Abstellmöglichkeiten für Fahrräder bieten um Intermodalität zu ermöglichen [31].

Einfache Nutzung

Um die Hemmschwelle zur Nutzung zu minimieren und die Nutzung angenehm zu gestalten, sind funktionale und einfach zu bedienende Plattformen wie Smartphone-Apps empfehlenswert. Die Preisgestaltung sollte transparent sein [31].

Zusammenarbeit

Um eine ordnungsmäßige Nutzung zu ermöglichen müssen Betreiber sicherstellen, dass durch das Abstellen der Sharing-Fahrzeuge keine Verkehrsflächen blockiert werden. Idealerweise werden Abstellflächen von der Gemeinde in Absprache mit den Anbietern ausgewiesen, so dass zum einen keine anderen Nutzungen behindert werden und zum anderen die Integration in das städtische Mobilitätssystem gewährleistet wird [31].

Auch eine übergreifende Smartphone-App, mit der sowohl ÖPNV als auch Sharing-Dienste gesucht und gebucht werden können, kann einen Nutzungsanreiz schaffen [31].

Carsharing

Carsharing bezeichnet die organisierte und gemeinschaftliche Nutzung von Kraftfahrzeugen auf Basis eines Verleihsystems. Carsharing-Fahrzeuge können, wie bei anderen Sharing-Angeboten auch, stationsgebunden oder im Free-Floating-System ausgeliehen und genutzt werden. Je nach Anbieter stehen den Nutzenden Fahrzeuge verschiedener Größen zur Verfügung, die in der Regel rund um die Uhr ausgeliehen, genutzt und zurückgegeben werden können. Zum Auffinden und Mieten eines Fahrzeuges sind Nutzende auf ihr Smartphone bzw. eine Kundenkarte und - je nach Anbieter - auf unterschiedliche Apps angewiesen [26]. Die Kosten variieren nach Fahrzeuggröße, Antriebsart und Art des Angebots (stationsgebunden oder Free-Floating). Sie setzen sich je nach Anbieter aus Grundpreis und Fahrzeitenpreis und/oder Kilometerpreis zusammen. Durch die direkte Abrechnung sind die Kosten für das Carsharing dem Nutzenden präsenter als beim privaten Pkw, bei dem häufig jährliche oder unregelmäßig Zahlungen anfallen. Ob das Carsharing günstiger für den Nutzenden ist, ist abhängig von den einbezogenen und angenommenen Kosten für beide Varianten sowie der jährlichen Fahrleistung [32].

Durch die gemeinsame Nutzung von Fahrzeugen soll der Bedarf an privaten Pkw reduziert werden und damit umweltfreundliche, aber individuell gestaltbare Mobilität ermöglicht werden. Carsharing-Angebote sind flächeneffizienter als Pkw im Privatbesitz und daher ein wichtiger Baustein bei der Reduzierung des Flächenbedarfs von Verkehr in Städten. Während Pkw im Privatbesitz deutlich häufiger über längere Zeiten abgestellt und keiner Nutzung zugeführt werden (im Durchschnitt steht ein Pkw 23 Stunden am Tag), sind Carsharing-Fahrzeuge durch die große Anzahl an Nutzenden seltener ungenutzt [33].

Verglichen mit einem privaten Pkw kann die Verfügbarkeit eingeschränkt sein, wenn andere

Nutzende des Sharing-Dienstes eine Buchung vorgenommen haben, so dass die Flexibilität eingeschränkter ist als bei einem eigenen Fahrzeug. Wenn zudem ein eigener Parkplatz am Wohngrundstück vorhanden ist, kann die Zugangszeit zum Carsharing-Fahrzeug höher sein und sich somit die gesamte Streckendauer erhöhen.

Carsharing (Benzin) im Überblick



Kollektive Nutzung

Die kollektive Nutzung ermöglicht es, Einzelnachfragen zusammenzufassen und eine Beförderung anzubieten. Damit steht diese Nutzungsform einer Vielzahl von Personen gleichzeitig zur Verfügung [12].

Öffentlicher Personennahverkehr

Als öffentlicher Personennahverkehr wird allgemein die Beförderung von Personen mit öffentlichen Fahrzeugen des Straßen- und Schienenverkehrs durch ein Verkehrsunternehmen bezeichnet. Er gilt als öffentliche Aufgabe und wird sowohl von Bund und Ländern als auch von den jeweiligen Kommunen gefördert. Es kann zwischen straßengebundenem Verkehr in Form von Bussen und Rufbussen bzw. On-Demand Fahrzeugen sowie Straßenbahnen als schienengebundenem Mobilitätsangebot unterschieden werden [34].

Ein gut ausgebautes ÖPNV-Angebot führt dazu, dass Bürger*innen vermehrt dieses nutzen und auf Pkw-Fahrten verzichten. Hierbei spielen jedoch Fahrgastinformation, Haltestellenverteilung, Kosten, Taktung, Betriebszeitraum und Fahrtdauer eine entscheidende Rolle.

Unter ökologischen Gesichtspunkten lässt sich der ÖPNV unter Berücksichtigung des CO₂-

Welche Mobilitätskonzepte gibt es?

Ausstoßes in zwei Bereiche differenzieren. Während Straßenbahnen rein elektrisch betrieben und daher – abhängig vom Strommix – potentiell keinerlei CO₂ ausstoßen, ist die Umweltverträglichkeit bei Bussen von der Antriebsart abhängig. Im Einsatz sind je nach Standort Elektrobusse und Busse mit Wasserstoff oder mit Diesel [35].

Insbesondere Strecken mit geringen Fahrgastzahlen werden häufig ausschließlich mit Rufbussen angefahren, welche nur auf Bestellung des Reisenden eingesetzt werden. So können unnötige Fahrten vermieden werden. Um weiter auf die individuellen Ansprüche der Nutzenden einzugehen, setzen manche Kommunen On-Demand-Shuttles ein, welche auch außerhalb des regulären Haltestellennetzes Fahrgäste transportieren. So können Bereiche, welche eine geringere Haltestellendichte aufweisen, sowie Randzeiten durch den ÖPNV abgedeckt werden [36]. Zusätzlich beginnen vereinzelt Städte damit, autonome Fahrzeuge zu testen, und diese als On-Demand-Shuttle einzusetzen [37].

ÖPNV (Bus) im Überblick



ÖPNV (Straßenbahn) im Überblick



Was macht einen guten ÖPNV aus?

Barrierefreiheit

Haltestellen und der Zutritt zu den Fahrzeugen müssen für mobilitätseingeschränkte Personen und Personen mit Kinderwagen barrierefrei und mit ausreichend Platz ausgestattet sein, so dass eine Mitfahrt jederzeit möglich ist [25].

Komfort und Sicherheit

Überdachte Haltestellen, ausreichende Beleuchtung und Sitzmöglichkeiten ermöglichen eine angenehme Nutzung sowohl während des Wartens als auch während der Nutzung [25].

Frequenz und Verfügbarkeit

Um den ÖPNV attraktiv zu gestalten, dürfen Haltestellen zum einen nicht zu weit vom Wohn- oder Zielort entfernt sein, zum anderen muss auch eine angemessene Frequenz bei der Bedienung gegeben sein [31].

Transparenz und Service

Informationen, z. B. zu den aktuellen Abfahrtszeiten und Verspätungen, und Preise müssen transparent, aktuell und jederzeit verfügbar sein. Digitale Anzeigetafeln mit Echtzeit-Wartezeiten können die Kundenkommunikation verbessern. Mobilitätsberatung kann helfen, die geeignete Fahrkarte für individuelle Bedürfnisse zu finden [25].

Intermodalität

Abstellmöglichkeiten für Fahrräder und naheliegende Sharing-Stationen können neben der Steigerung der Attraktivität des ÖPNV auch zur Erhöhung der Kombination verschiedener Mobilitätsangebote beitragen [25].

Mobilitätswende gestalten

Die Mobilitätswende gilt als eine der großen Herausforderungen unserer Zeit. Um dem Klimawandel entgegenzuwirken und die Ziele des Pariser Klimaabkommens zu erreichen, aber auch um die Lebensqualität in unseren Städten zu verbessern, ist ein gesellschaftlicher Wandel von der Fokussierung auf den fossilbetriebenen Individualverkehr hin zur Förderung des gesamten Spektrums von Verkehrsmitteln unumgänglich.

Ein wichtiger Aspekt zur Erreichung dieses Ziels ist die koordinierte Zusammenarbeit aller gesellschaftlichen Bereiche, von der Politik über Wirtschaftsvertreter*innen und Stadtplaner*innen bis hin zu Verkehrsbetrieben und Bürgerinnen und Bürgern.

Von der Politik werden Anreize benötigt, um den Umstieg auf klimafreundliche Verkehrsmittel attraktiv zu machen. Unternehmen können vorhandene Investitionspotentiale z. B. durch die Bereitstellung von Ladeinfrastruktur für Elektroautos oder Mikromobilitätsangebote (E-Scooter, Bike-Sharing, ...) nutzen und sollten dabei von den Kommunen unterstützt werden, um die Angebote an die Bedürfnisse aller Bürgerinnen und Bürger anzupassen. Kommunen und Stadtplaner*innen obliegt es, den öffentlichen Raum so zu gestalten, dass er die Bedürfnisse von Fußgänger*innen, Radfahrenden und ÖPNV-Nutzenden bestmöglich berücksichtigt. Den Verkehrsbetrieben kommt die Aufgabe zu, das Angebot so auszubauen und zu verbessern, dass die Nutzung deutliche Vorteile gegenüber dem Individualverkehr bietet und damit Menschen für den Umstieg zu gewinnen. Letztlich liegt es jedoch auch in der Eigenverantwortung der Bürgerinnen und Bürger, das eigene Mobilitätsverhalten zu überdenken und zu ändern [21].

Viele verschiedene Akteur*innen und Mittel können dazu beitragen, die Mobilitätswende aktiv zu gestalten, Städte zu einem lebenswer-

terem Umfeld zu entwickeln und den Ausstoß von Treibhausgasen zu verringern. Die Veränderung des Mobilitätsverhaltens bietet die Chance auf eine nachhaltigere und gesündere Zukunft und sollte als gesamtgesellschaftliche Aufgabe verstanden werden.

Informationen darüber, wie Bürger*innen in die Gestaltung der Mobilitätswende zukünftig besser eingebunden werden können, liefern die im Rahmen des Projekts entstandenen Berichte [„Bürgerbeteiligung auf kommunaler Ebene“](#) sowie der [„Leitfaden zur Integration des Partizipationstools smarticipate in informelle und formelle Planungsprozesse“](#).

Über das Projekt

Im Forschungsprojekt PaEGIE wurde anhand eines digitalen Visualisierungstool (Visualisierungswerkzeug), welches am Computer oder Multi-Touch-Tisch verwendet werden kann, verdeutlicht, wie Bürger*innen in die Planung eingebunden werden können. An diesem Tool können Interessierte Wege in eine digitale Karte einzeichnen und bekommen Auskunft darüber, wie hoch bei diesen Wegen die CO₂-Emissionen, die Kosten und der Flächenbedarf mit unterschiedlichen Verkehrsmitteln sowie der Kalorienbedarf ausfallen und welcher Zeitbedarf jeweils nötig ist.

Das Visualisierungstool kann aufzeigen, welche verkehrlichen Alternativen und welches Einsparpotential bestehen. Auch die positiven Nebeneffekte, die meist nicht direkt in die Überlegung der Verkehrsmittelwahl miteinfließen, werden aufgezeigt, und sollen ein Bewusstsein für die Auswirkungen des individuellen Verhaltens schaffen. Darüber hinaus können im Tool Ladesäulen und sogenannte Mobility Hubs (Sharing Stationen für verschiedene Mikromobilitätsangebote) platziert werden, die von und mit anderen auf der Plattform bewertet und diskutiert werden können.

LITERATUR

- [1] *Teal, R.F.*: Carpooling: Who, how and why. In: Transportation Research Part A: General 21 (1987), Heft 3, S. 203-214. [https://doi.org/10.1016/0191-2607\(87\)90014-8](https://doi.org/10.1016/0191-2607(87)90014-8).
- [2] *Helmholtz Klima Initiative*: Was sind CO₂-Äquivalente?, o. J., <https://www.helmholtz-klima.de/faq/was-sind-co2-aequivalente> [Zugriff am: 21.06.2023].
- [3] *Hofmann, P.*: Hybridfahrzeuge – Grundlagen, Komponenten, Fahrzeugbeispiele. Springer Vieweg, Berlin, Heidelberg, 2023.
- [4] *Gertz, C.*: Planungsgrundlagen. In: *Vallée, D.; Engel, B.; Vogt, W.* (Hrsg.): Stadtverkehrsplanung Band 1. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, 2021, S. 1-45.
- [5] *Manderscheid, K.*: Antriebs-, Verkehrs- oder Mobilitätswende? – Zur Elektrifizierung des Automobilitätsdispositivs. In: *Brunnengräber, A.; Haas, T.* (Hrsg.): Baustelle Elektromobilität – Sozialwissenschaftliche Perspektiven auf die Transformation der (Auto-)Mobilität, Edition PolitikBand 95. Transcript, Bielefeld, 2020, S. 37-67.
- [6] *Assmann, C.*: Systemanalyse der Wirkungen von On-Demand-Mobilitätsdienstleistungen im Kontext nachhaltiger urbaner Mobilität. München, Technische Universität München, Dissertation.
- [7] *Binnewies, M.; Finze, M.; Jäckel, M. et al.*: Allgemeine und Anorganische Chemie. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, 2016.
- [8] *Bundestag*: Bundes-Klimaschutzgesetz – KSG. Bundestag, 2019.
- [9] *Elmer, C.-F.; Kemfert, C.*: Ein Bonus-Malus-System als Katalysator für die Modernisierung der Pkw-Flotte. In: *Siebenpfeiffer, W.* (Hrsg.): Mobilität der Zukunft – Intermodale Verkehrskonzepte. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, 2021, S. 353-371.
- [10] *Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit*: Klimaschutzplan 2050 – Klimaschutzpolitische Grundsätze und Ziele der Bundesregierung, Berlin Ausgabe 2016.
- [11] *Sachverständigenrat für Umweltfragen*: Umsteuern erforderlich: Klimaschutz im Verkehrssektor – Sondergutachten, Berlin Ausgabe 2017.
- [12] *ETH Zürich*: Glossar – Öffentlicher Verkehr, 2017, <https://www.ivt.ethz.ch/ts/glossar.html>.
- [13] *Vallée, D.; Engel, B.; Vogt, W.* (Hrsg.): Stadtverkehrsplanung Band 1. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, 2021.
- [14] *Umweltbundesamt*: Fußverkehr, 2022, <https://www.umweltbundesamt.de/themen/verkehr-laerm/nachhaltige-mobilitaet/fussverkehr> [Zugriff am: 17.01.2023].
- [15] *Umweltbundesamt*: CO₂-Emissionsminderung im Verkehr in Deutschland – Mögliche Maßnahmen und ihre Minderungspotenziale. Ein Sachstandsbericht des Umweltbundesamtes Ausgabe Mai 2010.
- [16] *Randelhoff, M.*: Vergleich unterschiedlicher Flächeninanspruchnahmen nach Verkehrsarten (pro Person), 2014, <https://www.zukunft-mobilitaet.net/78246/analyse/flaechenbedarf-pkw-fahrrad-busstrassenbahn-stadtbahn-fussgaenger-metro-bremsverzoeigerung-vergleich/> [Zugriff am: 09.01.2023].
- [17] *Verkehrsclub Deutschland e.V.*: Faltblatt Fußverkehrcheck, Berlin Ausgabe 2021.
- [18] *ADAC e.V.*: Fahrradfahren – aber richtig! – Regeln, Informationen und Tipps., München Ausgabe 2021.
- [19] *Assmann, T.*: Lastenrad – Definition, 2022, <https://blog.frankfurt-holm.de/beitrag/lastenrad> [Zugriff am: 17.01.2023].
- [20] *Umweltbundesamt*: Radverkehr, 2022, <https://www.umweltbundesamt.de/themen/verkehr-laerm/nachhaltige-mobilitaet/radverkehr#vorteile-des-fahrradfahrens> [Zugriff am: 17.01.2023].
- [21] *Gössling, S.; Choi, A.; Dekker, K. et al.*: The Social Cost of Automobility, Cycling and Walking in the European Union. In: *Ecological Economics* 158 (2019), S. 65-74. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2018.12.016>.
- [22] *Gössling, S.; Kees, J.; Litman, T.*: The lifetime cost of driving a car. In: *Ecological Economics* 194 (2022), S. 107335. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2021.107335>.
- [23] *Kühne, B.*: Elektroautos, Hybride, Erdgas- oder Wasserstoff-Pkw – Alternative Antriebe, 2020, <https://www.fairkehr-magazin.de/archiv/2020/fk-05-2020/service/autos-alternative-antriebe/> [Zugriff am: 23.01.2023].
- [24] *Vallée, D.; Gertz, C.*: Integration der Verkehrs- in die Stadtplanung. In: *Vallée, D.; Engel, B.; Vogt, W.* (Hrsg.): Stadtverkehrsplanung Band 1. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, 2021, S. 47-69.
- [25] *Verkehrsclub Deutschland e.V.*: Intelligent mobil im Wohnquartier – Themenkompass für Wohnungsunternehmen, Berlin Ausgabe 2018.
- [26] *Umweltbundesamt*: Carsharing, 2022, <https://www.umweltbundesamt.de/themen/verkehr-laerm/nachhaltige-mobilitaet/car-sharing#angebotsformen-des-car-sharing> [Zugriff am: 31.01.2023].
- [27] *Verkehrsclub Deutschland e.V.*: Faltblatt Mobilitätsstationen, Berlin Ausgabe 2019.
- [28] *Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung*: E-Scooter-Sharing, <https://www.mobilikon.de/massnahme/e-scooter-sharing> [Zugriff am: 17.01.2023].
- [29] *hamburg.de*: E-Scooter – Anbieter und Stadt führen neue Maßnahmen zur Verbesserung von Abstell-situation und Verkehrssicherheit ein, 2023, <https://www.hamburg.de/pressearchiv-fhh/15383092/2021-09-16-bvm-e-roller/> [Zugriff am: 12.05.2023].
- [30] *Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung*: E-Roller-Sharing | Mobilikon, <https://www.mobilikon.de/massnahme/e-roller-sharing> [Zugriff am: 12.05.2023].
- [31] *Verkehrsclub Deutschland e.V.*: Intelligent mobil im Wohnquartier – Handlungsempfehlungen für die Wohnungswirtschaft und kommunale Verwaltungen, Berlin Ausgabe 2019.
- [32] *Bundesverband CarSharing e.V.*: Carsharing-Definition, <https://car-sharing.de/alles-ueber-carsharing/ist-carsharing/carsharing-definition-des-bcs> [Zugriff am: 17.01.2023].
- [33] *Verkehrsclub Deutschland e.V.*: Carsharing – Auto teilen statt besitzen, 2020, <https://www.vcd.org/artikel/auto-teilen-statt-besitzen> [Zugriff am: 09.01.2023].
- [34] *Malina, R.*: öffentlicher Personennahverkehr (öPNV) – Definition: Was ist "öffentlicher Personennahverkehr (öPNV)", 2018, <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/oeffentlicher-personennahverkehr-oepnv-46428> [Zugriff am: 17.01.2023].
- [35] *Umweltbundesamt*: Bus und Bahn fahren, 2022, <https://www.umweltbundesamt.de/umwelttipps-fuer-den-alltag/mobilitaet/bus-bahn-fahren#unsere-tipps> [Zugriff am: 31.01.2023].
- [36] *CleverShuttle*: Was ist eigentlich: On-Demand-Mobilität? – On-Demand-Verkehr bedeutet Mobilität auf Abruf, <https://www.clevershuttle.de/blog/was-ist-eigentlich-on-demand-mobilitaet> [Zugriff am: 12.05.2023].
- [37] *Hessenschau*: Darmstadt und Kreis Offenbach: Pilotprojekt mit autonomen Shuttles im Rhein-Main-Gebiet, 2023, <https://www.hessenschau.de/panorama/darmstadt-und-kreis-offenbach-pilotprojekt-mit-autonomen-shuttles-im-rhein-main-gebiet-v1,kurz-shuttle-102.html> [Zugriff am: 12.05.2023].

BMWK-Projekt PaEGIE

Technische Universität Darmstadt
Institut für Politikwissenschaft
Landwehrstraße 50A
64293 Darmstadt

August 2023



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT