



Kanton Zürich
Regierungsrat

DiNaMo Digitalisierung und Nachhaltigkeit der Mobilität im Kanton Zürich

Strategie und Handlungsprogramm
30. Juni 2021





Impressum

Herausgeber

Regierungsrat des Kantons Zürich
Beschluss vom 30. Juni 2021 (RRB Nr. 729/2021)

Leitung

Amt für Mobilität, Volkswirtschaftsdirektion

Beratung

INFRAS AG, Zürich
EBP Schweiz AG, Zürich

Fachausschuss

David Ammann	TBA
Alexander Erath	FHNW
Karin Hauser	GS VD
Alexandra Gysi	StVA
Kerstin Kantke Leuppi	ZVV
Arnd König	AFM
Michael Löchl	AFM
Christian Meier	AFM
Martin Pola	TBA
Thomas Sauter-Servaes	ZHAW
Thomas Stoiber	AWEL

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	5
1 Einleitung und Zweck	6
2 Mobilitätstrends und Herausforderungen	9
2.1 Übergeordnete Trends und Entwicklungen	9
2.2 Trends Motorisierter Individualverkehr	11
2.3 Trends öffentlicher Verkehr und kombinierte Mobilität	13
2.4 Trends Veloverkehr	16
2.5 Umwelt und Mobilität der Zukunft	17
2.6 Fazit: Verkehrspolitische Herausforderungen	19
3 Handlungsansätze und Wirkungspotenziale	20
3.1 Übersicht	20
3.2 Elektrische Fahrzeuge	20
3.3 Nutzen und intermodales Verknüpfen von Fahrzeugen im Personenverkehr	22
3.3.1 Sharing	22
3.3.2 Pooling	23
3.3.3 On-Demand-Angebote mit Pooling	23
3.3.4 Mobility as a Service	24
3.3.5 Parkraumnutzung	26
3.4 Digitalisierung im Güterverkehr	26
3.4.1 Business-to-Business-Logistik	26
3.4.2 Urbane Logistik bzw. City-Logistik	27
3.5 Verkehrssteuerung und Automatisierung	28
3.5.1 Verkehrssteuerung und -lenkung	28
3.5.2 Automatisierung und Vernetzung	29
3.6 Neue Verkehrsmittel in urbanen Gebieten	31
3.6.1 Luftseilbahnen	31
3.6.2 Flugtaxis/Drohnen	32
3.7 Nachfragebezogene Handlungsansätze	33
3.7.1 Mobility Pricing	33
3.7.2 Virtuelle (Arbeits-)Welten, zeitlich und räumlich flexibles Arbeiten und Videokonferenzen	33
3.8 Fazit: Chancen, Risiken und Potenziale der Anwendungen	35
4 Rechtlicher und finanzieller Handlungsbedarf	37
4.1 Rechtlicher Handlungsbedarf	37
4.1.1 Elektrische Fahrzeuge	37
4.1.2 Öffentlicher Verkehr und Grundangebot	37
4.1.3 Mobility as a Service	38
4.1.4 Urbane Logistik	38
4.1.5 Verkehrssteuerung und Verkehrslenkung, Automatisierung	38
4.1.6 Flugtaxis und Drohnen für den Gütertransport	39
4.1.7 Mobility Pricing	39
4.1.8 Fazit rechtlicher Handlungsbedarf	40
4.2 Finanzieller Handlungsbedarf	40
4.2.1 Ausgangslage	40
4.2.2 Entwicklungen und Potenziale	41
4.2.3 Herausforderungen	43



5	Strategie und Handlungsprogramm	44
5.1	Zielbeiträge und Übersicht strategische Themenfelder	44
5.2	A) CO ₂ - und lärmarmen Strassenverkehr fördern	45
5.3	B) Multimodale Mobilitätsangebote weiterentwickeln	46
5.4	C) Steuerungs- und Lenkungssysteme aktiver nutzen	48
5.5	D) Güterverkehr effizienter abwickeln, insbesondere in städtischen Gebieten	50
5.6	E) Verkehrsräume effizient und dynamisch nutzen	51
5.7	F) Nutzungsabhängige und gesamtverkehrliche Pricing-Systeme ermöglichen	52
5.8	G) Digitale Prozesse, Kommunikations- und Arbeitsformen zur Verkehrsvermeidung nutzen	54
6	Umsetzung und Monitoring	56
	Abkürzungsverzeichnis	58
	Quellenverzeichnis	59

Vorwort

von Carmen Walker Späh

Mobilität bedeutet Freiheit. Freiheit benötigt Mobilität. Beides gehört untrennbar zu einer modernen Gesellschaft und trägt zu Wohlstand und Erfolg bei.

Doch Mobilität hat auch Schattenseiten: Stau, Lärm und Schadstoffe etwa. Verkehrssysteme kommen an ihre Grenzen, und der CO₂-Ausstoss nimmt mit wachsender Mobilität im Strassenverkehr zu.

Mit dem vom Regierungsrat verabschiedeten «Digitalisierung und Nachhaltigkeit der Mobilität im Kanton Zürich», kurz DiNaMo, zeigt das Amt für Mobilität meiner Volkswirtschaftsdi- rektion, wie die Mobilität in naher Zukunft aussehen dürfte und welche Rahmenbedingungen nötig sind.

Gründe, wieso genau jetzt der richtige Zeitpunkt ist, um vertieft über Mobilität nachzudenken, gibt es viele. «DiNaMo» stellt dar, wie die im Gesamtverkehrskonzept 2018 gesteckten Ziele bestmöglich erreicht werden. Auch in der Forschung und Entwicklung läuft derzeit viel: Die Digitalisierung führt zu spannenden technologischen Innovationen, etwa dem automatisierten Fahren. Hinzu kommt ein gesellschaftlicher Wandel. Der durch die Covid-19-Pandemie beschleunigte Trend nach flexiblem und mobilem Arbeiten hilft, Verkehrsspitzen zu glätten und den Pendlerstrom besser über den Tag zu verteilen. Diese Chance gilt es zu nutzen.

«DiNaMo» setzt beim Ziel, den Verkehr nachhaltig und effizient weiterzuentwickeln, auf Anreize und befristete Förderprogramme. Zentral ist die Dekarbonisierung im Verkehr – im öffentlichen und privaten, im Personen- und Güterverkehr. Kernelement hierbei ist ein befristetes Förderprogramm für Elektro-Ladestationen insbesondere an privaten und öffentlichen Standorten. Denn eines ist klar: Die Infrastruktur ist entscheidend, damit die klimafreundliche Mobilität vorankommt.

Mittelfristig sind nutzungsabhängige Preise für den Regierungsrat eine Möglichkeit, um die Verkehrsnachfrage zu steuern und dabei insbesondere Verkehrsspitzen zu brechen. Die Digitalisierung bietet auch Chancen für das verstärkte Nutzen des Luftraums durch Drohnen und für unterirdische Güterströme, vor allem zur Belieferung von dicht besiedelten städtischen Räumen. Mit entsprechenden Rahmenbedingungen will der Kanton Zürich privatwirtschaftliche Anstrengungen in diesen Bereichen unterstützen.

Die Covid-19-Pandemie, technologische Innovationen, vor allem aber auch die Bereitschaft von Politik und Gesellschaft für Veränderungen, werden die Mobilität neu gestalten. Der Kanton Zürich ist bereit dafür.

1 Einleitung und Zweck

Der Kanton Zürich steht in den nächsten Jahren vor grossen Herausforderungen. Die Mobilität wird aufgrund des prognostizierten Bevölkerungswachstums weiter steigen – sowohl im Personen- als auch im Wirtschaftsverkehr. Das Bevölkerungswachstum soll gemäss den Zielvorgaben des kantonalen Richtplans zu 80% in den urbanen Gebieten stattfinden. In der S-Bahn, in Trams und auf den Strassen wird es vermehrt zu Überlastungen kommen.

Aufgrund technologischer Innovationen und gesellschaftlicher Veränderungen werden sich auch die Mobilitätsmuster von Personen und Gütern wandeln. Die zunehmende Digitalisierung ermöglicht neben einem immer höheren Grad der Automatisierung des Verkehrs auch vermehrt nutzerspezifische Informations-, Reservierungs- und Bezahlssysteme. Es entstehen Mobilitätsangebote, bei denen die Grenzen zwischen dem individuellen- und dem öffentlichen Verkehr verschwimmen. Infrastruktur und Fahrzeuge werden enger vernetzt, was zu einer effizienteren Nutzung der Kapazitäten führt und die Verkehrssicherheit verbessert. Im Wirtschaftsverkehr führen die Digitalisierung und der zunehmende Onlinehandel zu neuen Anforderungen an die Logistikketten.

Die Volkswirtschaftsdirektion will die technologischen Entwicklungen und Innovationen im Personen- und Güterverkehr früh erkennen und unterstützen sowie geeignete Rahmenbedingungen schaffen. Mobilität soll in geeigneter Weise ermöglicht, sichergestellt und möglichst nachhaltig abgewickelt werden. Im Gesamtverkehrskonzept (GVK) 2018 des Kantons Zürich hat der Regierungsrat die Ziele und Entwicklungsgrundsätze für das Gesamtverkehrssystem im Kanton festgelegt. Das GVK 2018 formuliert die Ziele und Handlungsschwerpunkte im Planungshorizont bis 2030. Es ist eine wesentliche Grundlage für das Abstimmen des Verkehrssystems auf die im kantonalen Richtplan definierte Siedlungsentwicklung.

Das GVK 2018 verfolgt fünf Oberziele:

1. Optimieren des Verkehrsangebots
2. Steuern der Verkehrsnachfrage
3. Verbessern der Verkehrssicherheit
4. Vermindern des Ressourcenverbrauchs und der Belastung von Mensch und Umwelt
5. Sicherstellen der Wirtschaftlichkeit und Finanzierbarkeit

Das vorliegende Handlungsprogramm zur «Digitalisierung und Nachhaltigkeit der Mobilität im Kanton Zürich» (DiNaMo) vertieft das GVK 2018 und bietet dem Kanton in den Bereichen Digitalisierung und nachhaltige Mobilität einen Orientierungsrahmen (Abbildung 1). Wesentlicher Hintergrund und Motivation für DiNaMo sind die verschiedenen mit der Digitalisierung verbundenen und durch die Covid-19-Pandemie beschleunigten Mobilitätstrends, neuen Mobilitätsangebote und Verhaltensweisen im Personen- und Güterverkehr. Basierend auf dem heutigen Kenntnisstand der nationalen und internationalen Verkehrsforschung wird eine zukunftsweisende Behandlung dieser Themen für den Kanton Zürich ermittelt und ein Handlungsprogramm abgeleitet. Die Weiterentwicklung der bestehenden Netze des Strassen- und Schienenverkehrs sowie der Fuss- und Velowege steht nicht im Fokus von DiNaMo. Diese Ziel- und Angebotskonzepte werden im GVK 2018 und in anderen Planungsinstrumenten definiert. Es besteht aber kein Zweifel, dass das Verlagern vom motorisierten Individualverkehr (MIV) auf den öffentlichen Verkehr (ÖV) sowie Fuss- und Veloverkehr die Nachhaltigkeit der Mobilität fördern kann. Denn auch bei einer zukunftsorientierten Betrachtung des Modal

Splits¹ bleiben der öffentliche sowie der Fuss- und Veloverkehr nach wie vor die effizienteren und umweltschonenderen Verkehrsträger. Auch neue Mobilitätsformen ändern dies nicht grundlegend. In DiNaMo wird nun auf die Zielbeiträge fokussiert, die aus der Digitalisierung getrieben sind.

Die Prognosen von DiNaMo werden so weit wie möglich auf die Zeitachse gelegt; daraus werden kurz-, mittel- und längerfristige Handlungsschwerpunkte für die nächsten rund 20 Jahre abgeleitet.

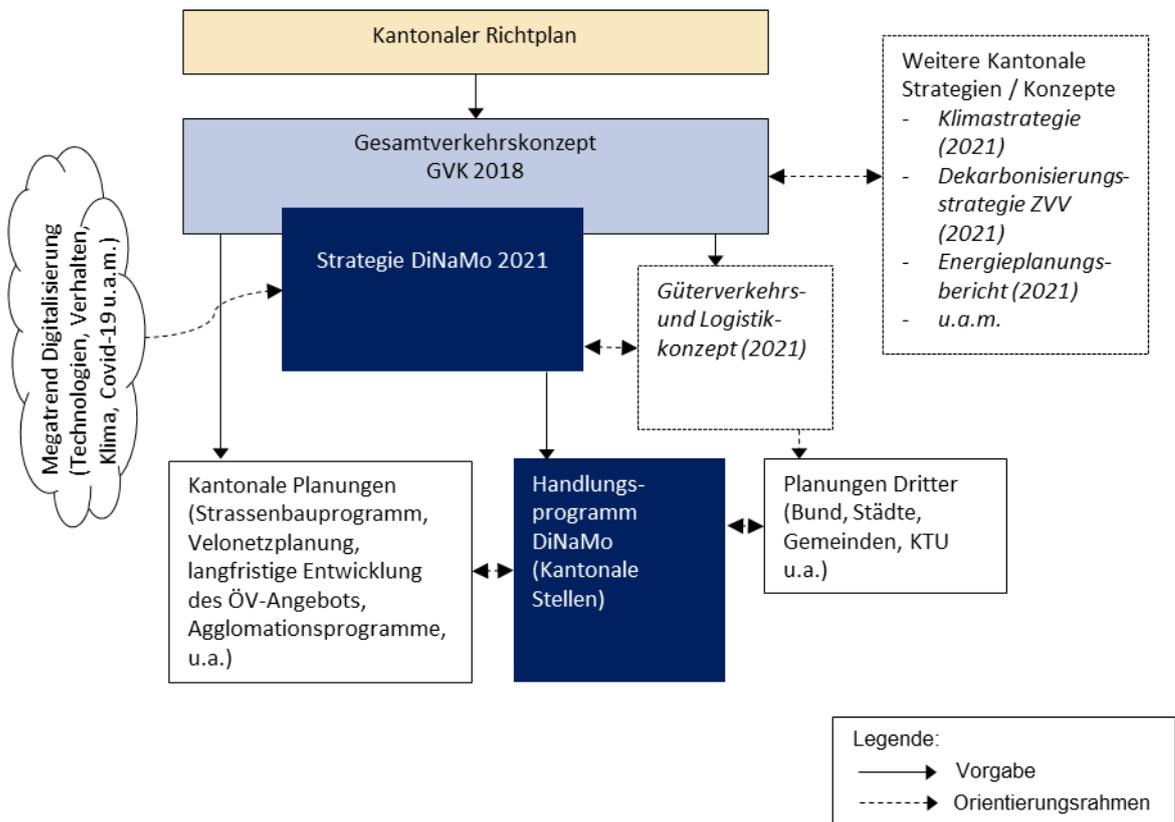


Abbildung 1: Motivation für DiNaMo 2021 und Einordnung in den Planungsprozess

DiNaMo

- zeigt vor dem Hintergrund der neuen Mobilitätstrends (Kapitel 2) Chancen, Risiken, Potenziale von Handlungsansätzen im Bereich Digitalisierung und nachhaltige Mobilität auf (Kapitel 3),
- legt den allgemeinen Handlungsbedarf bezüglich Rechtsrahmen und Finanzierung dar (Kapitel 4),
- definiert die strategischen Stossrichtungen und das Handlungsprogramm (Kapitel 5) und
- gibt einen Ausblick zu Umsetzung und Monitoring (Kapitel 6).

DiNaMo will aufzeigen, welchen Beitrag die fortschreitende Digitalisierung für eine nachhaltige Mobilität im Kanton Zürich leisten kann. Dabei werden Chancen wie Risiken beleuchtet.

¹ Der Modal Split wird im Rahmen des Postulats KR-Nr. 356/2018 betreffend Zeitgemässer Modal Split überprüft. Das Postulat verlangt, die Anpassung dessen an das veränderte Mobilitätsverhalten.



Hinweis betreffend Pandemiesituation

DiNaMo wurde während der Covid-19-Pandemie verfasst. Das Verkehrsverhalten hat sich in dieser Zeit, abhängig vom Grad der verordneten Einschränkungen der Bewegungsfreiheit, stark verändert. Der ÖV erlitt zwischenzeitlich massive Einbussen, der Individualverkehr ging deutlich weniger zurück, der Veloverkehr konnte Anteile hinzugewinnen. Ob und in welchem Ausmass diese Verhaltensänderungen dauerhaft bestehen, lässt sich nur schwer abschätzen. DiNaMo geht im Wesentlichen von den Entwicklungen vor Ausbruch der Covid-19-Pandemie aus, versucht jedoch, die zurzeit realistisch erscheinenden nachhaltigen Veränderungen einzuordnen und zu berücksichtigen. Die Chancen der Digitalisierung haben sich während der Pandemie eindrücklich gezeigt, viele Prozesse wurden beschleunigt. Solche betreffen namentlich den Geschäftsverkehr (mehr Videokonferenzen), aber auch den Pendlerverkehr (vermehrtes zeitlich und räumlich flexibles Arbeiten²). DiNaMo spannt aber keine eigentlichen Szenarien auf. Ähnliches lässt sich hinsichtlich der neuen Mobilitätsformen sagen, vor allem des automatisierten Fahrens. Auch hier wird versucht – auf der Grundlage jüngster Forschungsergebnisse –, eine realistische Entwicklung abzuschätzen und Strategien und Handlungsprogramm auf eine allenfalls «neue Realität» auszurichten.

² Der Begriff «zeitlich und räumlich flexibles Arbeiten» wird im Folgenden breit interpretiert: Dazu zählen bereits seit längerem etablierte Arbeitsformen wie Jahres- und Gleitzeiten, Teilzeitarbeit o.Ä. Es sind aber vor allem die jüngst beschleunigten Trends zu vermehrtem Homeoffice, Co-Working-Spaces, Videokonferenzen, Arbeiten unterwegs usw.

2 Mobilitätstrends und Herausforderungen

2.1 Übergeordnete Trends und Entwicklungen

Der Verkehr im Kanton Zürich wird weiter zunehmen, die Prognosen sind diesbezüglich eindeutig, auch wenn das Ausmass der Zunahme unterschiedlich eingeschätzt wird. Einheitlich angenommen wird auch, dass die ÖV-Nachfrage deutlich stärker wachsen wird als der MIV. Für den Kanton gilt folgende Prognose.

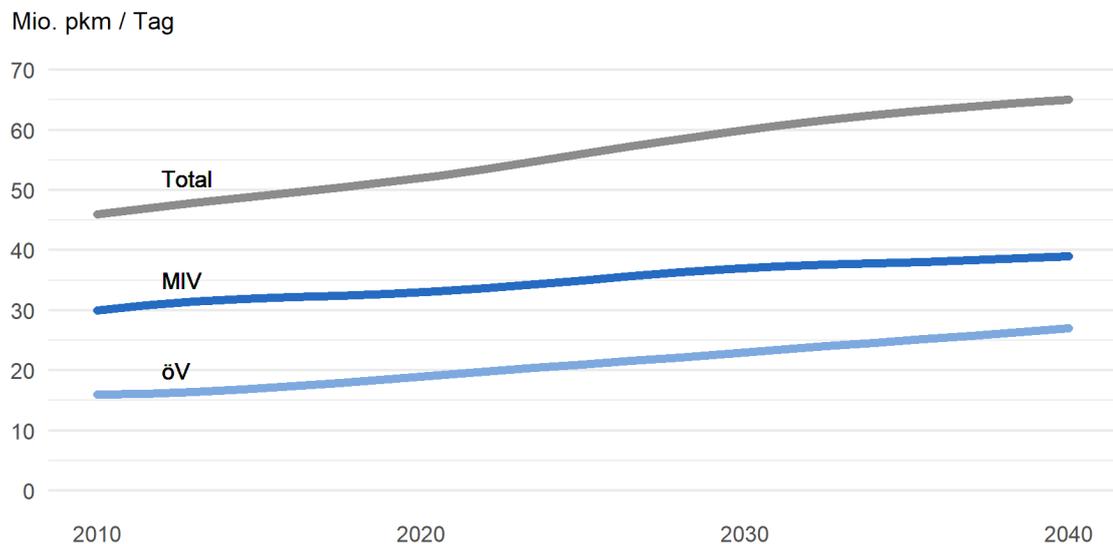


Abbildung 2: Entwicklung der täglichen Verkehrsleistung im Kanton Zürich in Personenkilometern (bis 2015 = effektiv), Basis Kanton Zürich (2018)

Die Verkehrsnachfrage wird in erster Linie von der Bevölkerungs- und Arbeitsplatzentwicklung getrieben. Prognosen zeigen, dass die Wohnbevölkerung sowie die Zahl Arbeitsplätze im Kanton Zürich weiter wachsen. Das Wachstum geht vor allem auf die Zuwanderung zurück; es findet immer stärker an Entwicklungsschwerpunkten mit Mischnutzung statt, was zu einer erhöhten Urbanisierung führt. Bis 2040 wächst die Wohnbevölkerung um ein Viertel, wobei 80% des Zuwachses gemäss Zielen des kantonalen Richtplans in urbanen Gebieten erfolgen sollen. Dies soll die Flächeneffizienz erhöhen, das Siedlungsflächenwachstum bremsen und die Pendelwege verkürzen.

Das SVI-Forschungspaket «Verkehr der Zukunft 2060» (ASTRA 2020a) untersuchte die Treiber der künftigen Mobilitätsentwicklung schweizweit. Die folgende Abbildung zeigt die Entwicklungen, welche die Mobilität beeinflussen:

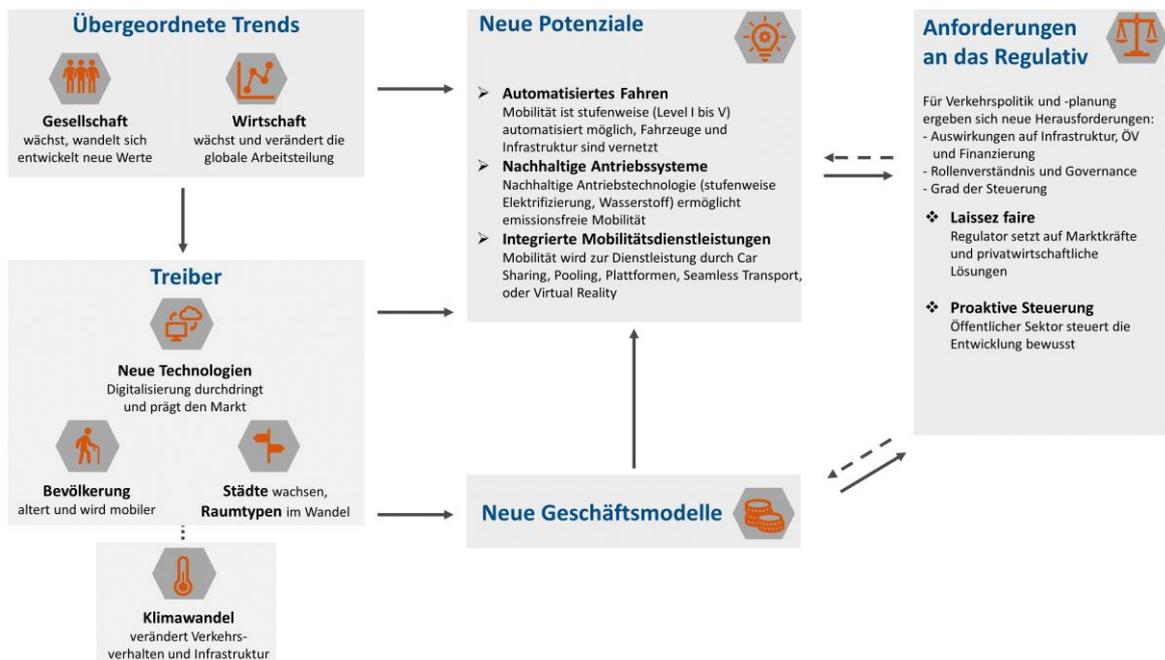


Abbildung 3: Mobilitätsbeeinflussende Faktoren heute und in Zukunft (ASTRA 2020a)

Folgende Trends waren bereits in der Vergangenheit zu beobachten, eröffnen aber künftig neue Möglichkeiten:

- Die Bevölkerung wächst weiter. Die zunehmende Alterung führt auch zu strukturellen Änderungen der Mobilitätsnachfrage und neuen Anforderungen an das Verkehrssystem. Die zunehmende Urbanisierung mit neuen Wohn- und Arbeitsformen kann die Flächeneffizienz erhöhen und die Nachfrage nach Siedlungsfläche bremsen.
- Die zunehmende Technologisierung und Digitalisierung ermöglicht sowohl intelligente, vernetzte und automatisierte Steuerungen und Mobilitätsangebote als auch neue Zugänge zu diesen Mobilitätsangeboten.
- Multilokales Arbeiten verbreitet sich immer mehr (Homeoffice, Co-Working-Spaces, Büro). Neue Technologien und Geschäftsmodelle ermöglichen nicht nur neue Fortbewegungsmöglichkeiten, sondern führen auch zu einem veränderten Mobilitätsverhalten, z.B. auch hinsichtlich Einkaufen.
- Das Abstimmen von Raumentwicklung und Verkehr ist ein wichtiges Element der Verkehrs- und Raumordnungspolitik, wenn es darum geht, die Innenentwicklung zu fördern bzw. eine weitere Zersiedelung zu verhindern. Ziel ist das verstärkte Ausrichten des Siedlungswachstums auf den ÖV und ein Wachstum der Städte.
- Die Klimaveränderung führt einerseits zu Änderungen im Mobilitätsverhalten sowie zu neuen Ansprüchen an die Stabilität und Sicherheit des Verkehrs, andererseits verstärkt sie das Bedürfnis, die Treibhausgasemissionen zu senken. Das beeinflusst das Angebot – vor allem neuer fossilsfreier Antriebsformen – sowie das Mobilitätsverhalten und den Besitz eigener Motorfahrzeuge.

2.2 Trends Motorisierter Individualverkehr

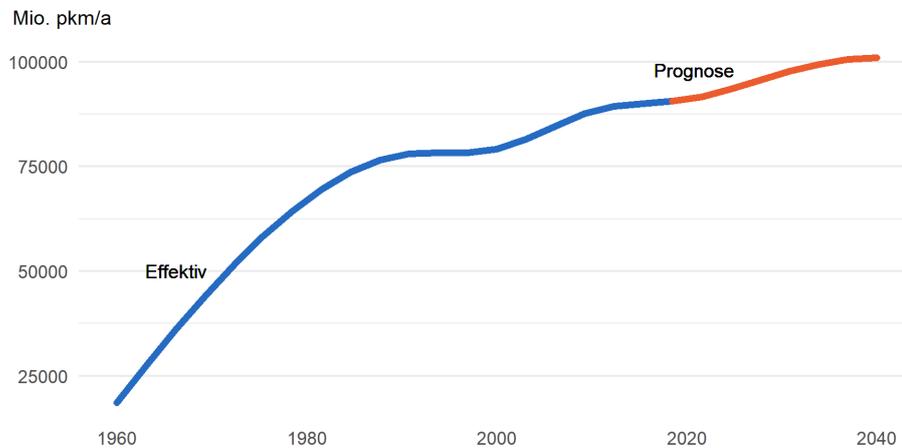


Abbildung 4: Entwicklung der jährlichen Verkehrsleistung im MIV in der Schweiz in Personenkilometern

Aufgrund der wachsenden Bevölkerung sowie der steigenden Mobilität der älteren Generationen wird beim motorisierten Individualverkehr (MIV) mit einer Steigerung der Personenkilometer bis 2040 um rund 20% gerechnet (Kanton Zürich 2018). Ein weiterer Grund für diesen Anstieg sind die längeren Arbeitswege; dieser Trend dürfte aber nicht zuletzt dank raumplanerischer Massnahmen abnehmen. Generell wird das Mobilitätswachstum allerdings deutlich langsamer ansteigen als in der Vergangenheit (Abbildung 4). Der MIV bleibt in ländlicheren Gebieten dominierend, während im urbanen Raum der ÖV seit Längerem stark überdurchschnittlich wächst.

Selbst mit den bereits geplanten Ausbauten wird das Strassennetz vielerorts an die Kapazitätsgrenzen stossen. Dank verbessertem Zugang zu aktuellen Informationen und der Flexibilisierung der Arbeitszeiten können die Verkehrsteilnehmenden die Spitzenzeiten aber vermehrt umgehen. Auch von zeitlich und räumlich flexiblem Arbeiten wird immer häufiger Gebrauch gemacht werden, was den Anstieg des Verkehrswachstums reduzieren wird.

Das Strassenverkehrswachstum im Kanton Zürich flacht ab und der private Fahrzeugbesitz verringert sich. Das Auto wird häufiger geteilt.

Der Motorisierungsgrad der Zürcher Bevölkerung hat 2013 seinen Höhepunkt erreicht und ist seither abnehmend. Dies, weil vor allem in den Städten häufiger autofrei oder autoarm gewohnt wird und das durchschnittliche Führerscheinerwerbssalter steigt (Kanton Zürich 2018).

Grosse Infrastrukturerweiterungen werden nur an den dringendsten Engpässen gebaut.

Die vermehrte Nachfrage nach Sharing-Angeboten kann den private Autobesitz reduzieren und die kombinierte Mobilitätsnachfrage erhöhen. Car-Pooling, das zeitgleiche Teilen eines Autos, hat sich in der Schweiz bisher nicht durchsetzen können. Auch die Angebote von Uber oder Lyft zeigen, dass echtes Pooling – mit verschiedenen gleichzeitig das Auto nutzenden Leuten – wenig beliebt ist (Fageda 2019). Autonome Taxi könnten hier wirtschaftlich unterstützend wirken (Bösch et al. 2018). Infrastrukturausbauprojekte für den Strassenverkehr erfolgen zwar noch an den denjenigen Engpässen, die den Verkehrsfluss am stärksten beeinträchtigen, aus Gründen von Ressourcenknappheit müssen die Systeme aber vor allem effizienter werden. Die Digitalisierung ermöglicht, die akuten Probleme auf neue Weise

anzugehen und gleichzeitig Vorbereitungen für die Zukunft zu treffen, vor allem im Bereich des Verkehrsmanagements (u.a. Axhausen 2020). Die grössten Ausbauten sind im Nationalstrassennetz geplant: Glattalautobahn, Umfahrung Winterthur, Lückenschluss der Oberlandautobahn, Kleinandelfingen–Winterthur und Verlängerung A51 Hardwald. Die Nordumfahrung ist bereits gebaut.

Die Infrastruktur wird vernetzter und adaptiver und kann effizienter genutzt werden.

Mittels intelligenter Infrastrukturen lässt sich der Verkehrsfluss ohne Vergrösserung der Verkehrsflächen optimieren. Der Bund führt auf den Autobahnen z.B. vermehrt adaptive Geschwindigkeitsanzeigen ein, die den Verkehrsfluss stabilisieren und das Unfallrisiko signifikant senken können (ASTRA 2020b). Mit zunehmender Automatisierung sind weitere Eingriffe in den Verkehrsfluss denkbar.

Ein Mittel, damit die Infrastruktur effizienter genutzt wird, kann gemäss verschiedenen Studien Mobility Pricing sein. Eine Wirkungsanalyse im Auftrag des ASTRA (2019) zeigt, dass ein zeitlich und räumlich differenziertes Mobility Pricing in der Region Zug das MIV-Aufkommen zu Spitzenzeiten zwischen 9% und 12% reduzieren kann. Weltweit haben verschiedene Städte differenzierte Abgaben für die Strassenbenutzung vor längerer Zeit implementiert, u.a. Singapur, London und Stockholm (Bhatt 2008). Die Einführung von Mobility Pricing erfordert Anpassungen im rechtlichen und ordnungspolitischen Bereich. Die Technik dafür ist weitgehend vorhanden. Die übergeordneten Rahmenbedingungen werden zurzeit vom Bund unter Mitwirkung der Kantone untersucht und definiert.

Automatisierte Fahrzeugflotten haben das Potenzial, Verkehrs- und Parkierungsflächen flexibler zu nutzen und die Erreichbarkeit zu erhöhen.

Es ist zurzeit noch unklar, wie schnell sich welche automatisierten Fahrzeuge und neuen Angebotsformen durchsetzen. Studien gehen heute davon aus, dass im Verlauf der 2020er-Jahre Level-3-Fahrzeuge³ technisch ausgereift sein werden – und bis 2030 grundsätzlich auch Level-4- und Level-5-Fahrzeuge (RappTrans/INFRAS 2020, ASTRA 2020a). Bis die rechtlichen Rahmenbedingungen, die Infrastruktur und die gesellschaftliche Akzeptanz vorhanden sind, wird es noch mehrere Jahre dauern. In jedem Fall ist mit einer sehr langen Übergangszeit von Mischverkehr aus nicht-automatisierten und automatisierten Fahrzeugen unterschiedlicher Levels auszugehen (ASTRA 2020d).

Grundsätzlich haben kollektiv genutzte automatisierte Fahrzeugflotten jedoch das Potenzial, den Fahrzeugbestand zu reduzieren und die durchschnittlichen Besetzungsgrade zu erhöhen (u.a. TUM/Grüner AG 2020). Falls automatisierte Fahrzeuge weiterhin vor allem privates Eigentum bleiben, besteht hingegen ein erhebliches Risiko, dass die Fahrleistungen insgesamt zunehmen, infolge von Leerfahrten, Fahrten unterschiedlicher Familienmitglieder usw. Einigkeit herrscht in der Wissenschaft, dass die Automatisierung Sicherheits- und Erreichbarkeitsgewinne für ländliche Regionen mit sich bringt sowie den MIV generell attraktiver machen kann (u.a. Rapp/INFRAS 2020; Meyer et al. 2017). Theoretisch ist es mit automatisierten Fahrzeugen auch denkbar, dass es weniger öffentlichen Parkraum braucht, weil die

³ Level 3 bedeutet, dass das Fahrzeug die meisten Manöver selbstständig ausführen kann. Das Eingreifen einer lenkenden Person ist weiterhin nötig (keine Kostenersparnis bei Taxis). Level-4-Fahrzeuge brauchen keine Lenkenden mehr, können jedoch nur auf gewissen Strassen navigieren. Level-5-Fahrzeuge funktionieren überall vollständig autonom.

Fahrzeuge nach Erreichen des Ziels wieder zurückgerufen (privat) oder anderen Nutzern (kollektiv) zur Verfügung gestellt werden können. Dies kann jedoch wiederum Verkehr induzieren. Diesbezüglich besteht in der Wissenschaft aber noch keine Einigkeit. Ebenfalls noch offen ist, wie gross der Nutzen für alternative Tätigkeiten wie Arbeiten im automatisierten Fahrzeug ist. Eine Studie der Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften (ZHAW 2020) zeigt auf, dass in der kleinflächigen Schweiz die produktive Zeitnutzung begrenzt ist. Hinzu kommen bauartbedingte Einschränkungen. So kann die Agilität der Autos u.a. zu Übelkeit während der Fahrt führen.

Fahrzeughersteller testen auch vermehrt das sogenannte Platooning, das digitale Koppeln von Fahrzeugen. Es kann theoretisch zu grossen Kapazitätsgewinnen und Kostenersparnissen durch leicht niedrigeren Treibstoffverbrauch führen, vor allem auf Autobahnen (Automobil-Industrie 2019). Auch das Platooning hängt jedoch stark von der Marktdurchdringung automatisierter Fahrzeuge ab.

2.3 Trends öffentlicher Verkehr und kombinierte Mobilität

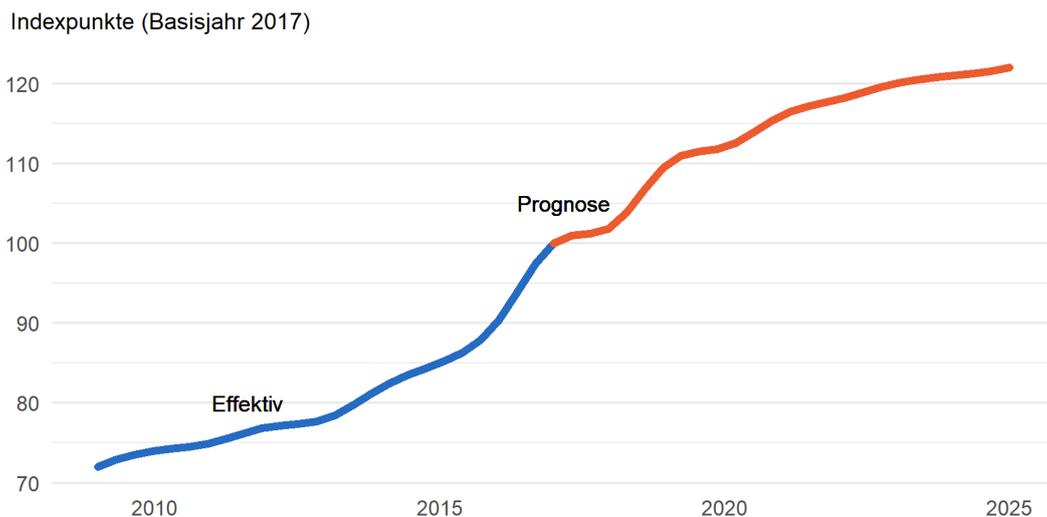


Abbildung 5: Nachfrageentwicklung bei der Zürcher S-Bahn, Basis ZVV (2019)

Bis 2040 wird sich die Anzahl Personenkilometer im ÖV um 50% erhöhen und das multimodale Mobilitätsverhalten nimmt zu.

Bis 2040 wird mit bis zu 50% mehr Personenkilometern im ÖV gerechnet (Kanton Zürich 2018, ARE 2016). Der Anstieg ist deutlich stärker als beim MIV (20%) und setzt vor allem die Bahninfrastruktur noch stärker unter Druck. In den städtischen Gebieten sowie bei den Ziel-Quell-Relationen in und aus der Stadt Zürich wird der Anstieg am stärksten sein (Kanton Zürich 2018). Im Limmattal und Glattal werden Bevölkerung und vor allem die Zahl der Arbeitsplätze überdurchschnittlich wachsen, was zu einer noch intensiveren Nutzung des ÖV in diesen Regionen führt. Die Verbindungen in die urbanen Zentren werden weiter an Bedeutung gewinnen. Immer wichtiger wird auch das Vernetzen von Subzentren ausserhalb der Kernstädte. Die grössten Nachfragezunahmen innerhalb des ÖV werden beim Bahnverkehr erwartet, gefolgt von Stadtbahnen und Trams/Bussen (ARE 2016). Eine zentrale Rolle

spielt dabei das Erweitern des Tram- und Stadtbahnnetzes (Limmattal, Kloten Richtung Basersdorf, Tram Affoltern, Tramtangente Nord und Ausbau Richtung Dübendorf).

Die Bevölkerung wählt ihr Verkehrsmittel rationaler, was zu einer erhöhten Multimodalität führt (ASTRA 2020a). Immer häufiger verfügen Haushalte über mehrere ÖV-Abonnements sowie Zugriff auf ein Auto (Tendenz hin zu Sharing-Angeboten) und auf verschiedene Typen von Velos (inkl. E-Bikes) oder fahrzeugähnliche Geräte. Jahrzehntelang stieg der Motorisierungsgrad der Autos an, seit 2013 ist dieser Trend rückläufig.

Kombinierte Mobilitätsangebote werden hingegen zunehmen. Diese werden vermehrt aus einer Hand angeboten, als sogenannter Mobility as a Service (MaaS). MaaS-Angebote sind zunehmend auf verschiedene Mobilitätstypen zugeschnitten und umfassen neben der ÖV-Nutzung auch Car-Sharing (inkl. Elektroautos), Velo-Sharing (z.B. Publibike) und weitere künftige Mobilitätsangebote (z.B. E-Scooter). Solche Angebote bieten bereits heute vermehrte Flexibilität, sind aber noch relativ teuer (z.B. SBB «Green Class») und zwischen den privaten Anbietenden zu wenig vernetzt.

Ride-Sharing und On-Demand-Systeme sowie weitere Kollektivangebote (Angebotsformen zwischen ÖV und MIV) haben vor allem im ländlichen Raum als Feinverteiler Potenzial und werden in anderen Kantonen bereits eingesetzt (u.a. Taxito 2020). Dabei spielen auch Weiterentwicklungen der etablierten Geschäftsmodelle eine Rolle. Gegenwärtig ist die Nachfrage nach solchen Angeboten noch sehr klein.

Das Brechen der Verkehrsspitzen hat Potenzial, bleibt aber auch im ÖV eine Herausforderung.

Flexiblere Arbeitszeiten, Videokonferenzen sowie vermehrtes zeitlich und räumlich flexibles Arbeiten können die Verkehrsspitzen entlasten (ARE 2016). Das diesbezügliche Potenzial ist theoretisch sehr gross, allerdings zeigten die Entwicklungen vor der Covid-19-Pandemie, dass sich das Arbeitsverhalten eher träge verändert.

Die Covid-19-Pandemie liess die ÖV-Nutzung massiv einbrechen. Im Frühjahr 2020 reduzierte sich während des Lockdowns die Anzahl Personenkilometer (Pkm) im ÖV um über 80% gegenüber der Vorjahrsperiode. Nach dem Lockdown wurde der ÖV wieder stärker genutzt, die Nachfrage blieb aber mindestens 20% unter dem Vorjahreswert aufgrund des vermehrten Arbeitens im Homeoffice. Es ist zurzeit unklar, ob die ebenfalls beobachtete Rückkehr zum MIV eine gewisse Trendumkehr darstellen könnte. Vermutlich werden zeitlich und räumlich flexible Arbeitsmodelle und Videokonferenzen nicht mehr auf das Niveau vor der Pandemie zurückfallen. Aus Sicht der Verkehrsentwicklung ist dies zu begrüßen, da diese Entwicklung dazu führen kann, die Verkehrsspitzen zu entlasten (Google 2020; Molloy 2020).

Eine neue Generation der S-Bahn wird die Kapazität verdoppeln.

Um das bereits sehr hohe Niveau des ÖV im Kanton Zürich aufrechtzuerhalten bzw. weiter zu verbessern, ist ein Ausbau des Angebots und der Infrastruktur geplant.

2.4 Trends Veloverkehr

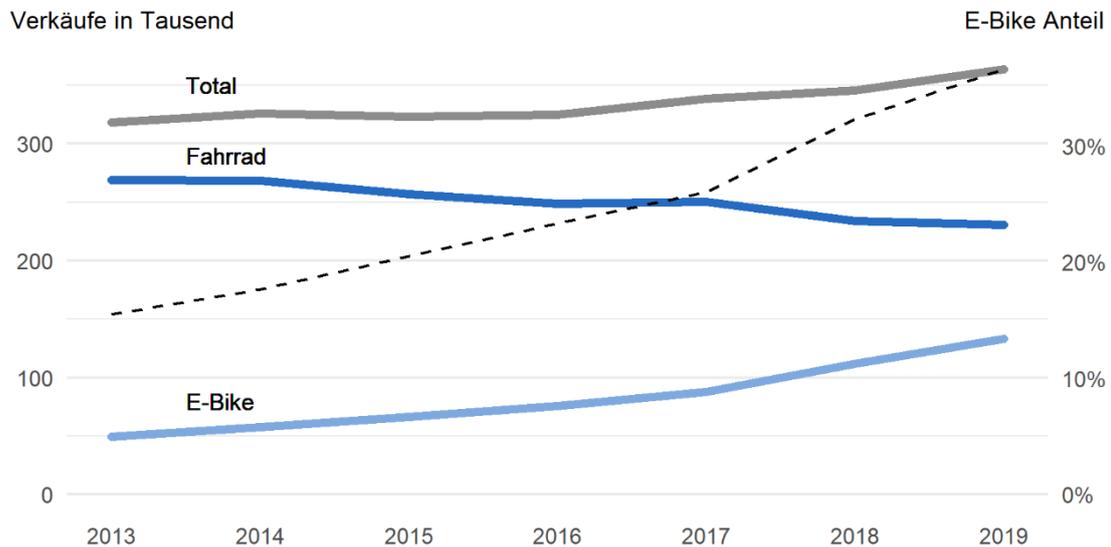


Abbildung 7: Jährliche Veloverkäufe in der Schweiz, Basis Velosuisse.ch (2020)

Das Velo ermöglicht eine effiziente Feinerschliessung an den ÖV und wird weiter an Bedeutung gewinnen.

Seit 2015 nimmt die Zahl der Veloverkäufe in der Schweiz wieder zu. Dies ist vor allem auf den Kauf von E-Bikes zurückzuführen (Abbildung 7). Seit 2005 steigt auch der Anteil der zurückgelegten Velodistanzen in den meisten Alterskategorien. Es ist davon auszugehen, dass diese Entwicklung anhält, vor allem dank wachsender E-Bike-Anteile und der verbesserten Verkehrsinfrastruktur (TBA Bern 2018). Hingegen ist in der jüngsten Altersklasse der 6- bis 17-Jährigen ein Rückgang der Velo-Verkehrsleistung zu beobachten, zugunsten einer vermehrten ÖV-Nutzung (u.a. als Folge der intensiven Handynutzung).

Deutlich an Beliebtheit gewonnen hat das Bike-Sharing. Vor allem als stationsbasierter Zubringer kann dieses Angebot den ÖV entlasten, und es begünstigt zugleich ein ökologisches und gesundheitsförderndes Mobilitätsverhalten. Man kann davon ausgehen, dass der Trend zum Bike-Sharing weiter anhält. Es ist jedoch zu berücksichtigen, dass die Benützung von Velos wetterabhängig ist. Bei schlechtem Wetter müssen Bahn, Trams und Busse diese Nachfrage auch künftig übernehmen.

Formen der E-Mikromobilität wie E-Scooter sind vor allem bei der jüngeren Bevölkerung beliebt. Es ist aber offen, wie sich dieser Trend entwickelt. E-Scooter können nur bedingt als nachhaltig betrachtet werden, aufgrund des grossen Materialverschleisses und des Umstands, dass sie in erster Linie für Wege genutzt werden, die zuvor zu Fuss oder mit dem Velo zurückgelegt worden sind (Sanders et al. 2020). Beunruhigend ist zudem, dass eine Vielzahl der Unfälle mit E-Scooter zu Verletzungen am Kopf führen und sich unter Alkoholeinfluss ereignen (Mair et al. 2020).

Neue Veloschnellrouten ermöglichen sichere und direkte Verbindungen und steigern so die Attraktivität im Velo-Alltags- und -Pendlerverkehr.

Der Kanton Zürich fördert den Veloverkehr und hat sich im GVK 2018 das Ziel gesetzt, den Veloanteil bis 2030 von 5,5% auf 8% zu steigern.

Um vor allem vor dem Hintergrund des E-Bike-Booms die wachsende Nachfrage nach sicheren und schnellen Velorouten nachzukommen, sind im Kanton Zürich mehrere Veloschnellrouten geplant. Am weitesten fortgeschritten sind die Planungen der Veloschnellroute durch das Limmattal. Diese ist sowohl für den Berufsverkehr als auch für Freizeitaktivitäten interessant (AFV 2017). Weitere Korridore von der bzw. zur Stadt Zürich werden folgen.

Durch das verbesserte Anbinden der Velorouten an den ÖV steigert sich die Attraktivität sowohl des Velos als auch des ÖV. Dafür wird an den Bahnhöfen die Infrastruktur für Veloabstellplätze weiter ausgebaut, unter Berücksichtigung der höheren Anforderungen an E-Bikes (Sicherungen usw.). Das Velo ist sowohl Teil der multimodalen Transportkette als auch Konkurrenz zum ÖV. Das stellt auch das Verkehrsmanagement (z.B. Priorisierung an Knoten) vor neue Herausforderungen.

2.5 Umwelt und Mobilität der Zukunft

Die Elektrifizierung im Verkehr schreitet zügig voran und zusammen mit der Energiewende auch die fossilfreie Mobilität.

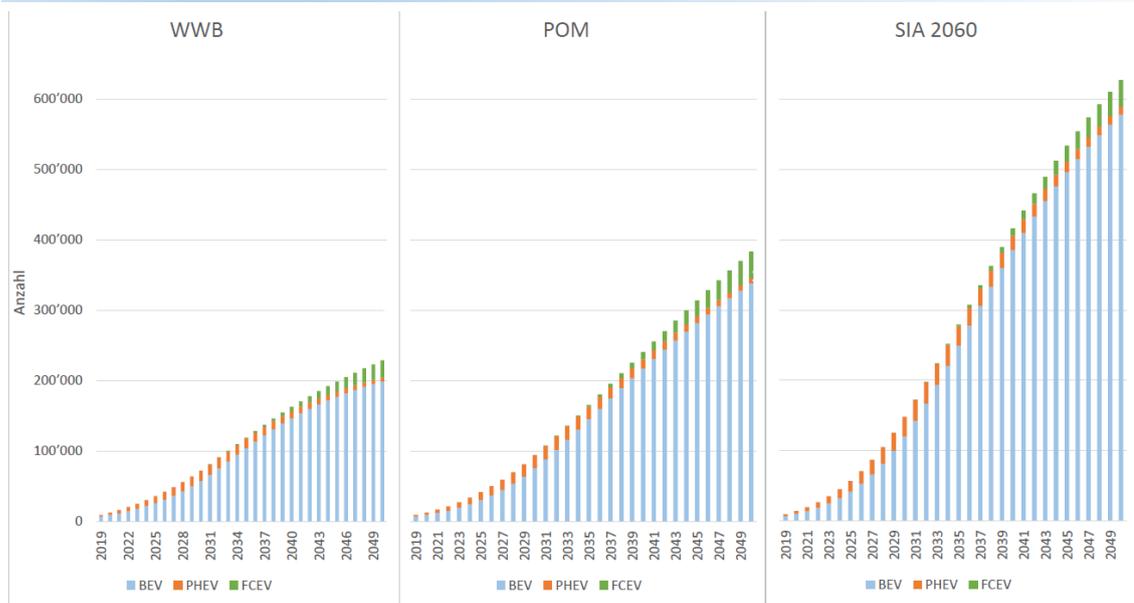


Abbildung 8: PW-Bestand von E-Mobilen im Kanton Zürich bis 2050 nach unterschiedlichen Szenarien (INFRAS / Protocar 2020).

WWB = «weiter wie bisher»; POM = im Rahmen der CO₂-Gesetzgebung diskutierte Massnahmen des Bundesrates; SIA 2060⁴; BEV = Battery Electric Vehicle; PHEV = Plug-in Hybrid Electric Vehicle; FCEV = Fuel Cell Electric Vehicle (Wasserstoff)

Der Anteil von E-Fahrzeugen wird bis 2050 in jedem Szenario stark zunehmen. Abbildung 8 zeigt Trendprognosen für den Kanton Zürich (INFRAS/Protocar 2020). In den noch laufenden Arbeiten zu den neuen Schweizer Energieperspektiven wird im Szenario «ZERO Basis» davon

⁴ Ergebnis der Konsultation von rund 40 Unternehmen, um den Bedarf an Ladeinfrastruktur für Neubauten und Renovierungen zu überprüfen. Sie trägt den neuen Zielen der Auto Schweiz und der bis 2018 aktualisierten Mobilitäts-Roadmap des Bundes Rechnung.

ausgegangen, dass aufgrund der hohen Kaufkraft in der Schweiz die Marktdurchdringung schneller verläuft als global. Demnach soll bei den Autos der Anteil bei den Neufahrzeugen bis 2025 auf rund 28%, bis 2030 auf rund 60% und ab 2040 auf 100% (inkl. Anteile FCEV) ansteigen (BFE 2020).

Die Notwendigkeit, klimaschädliche Emissionen signifikant zu reduzieren, wird die Verkehrsentwicklung prägen und erfordert Verlagerungs- und Vermeidungsstrategien (Netto-Null-Ziele gemäss der noch zu beschliessenden Klimastrategie), insbesondere Antriebe ohne fossile Treibstoffe. Damit gewinnen vor allem die Effizienzsteigerung und eine weitere Verlagerung vom MIV auf umweltfreundlichere Verkehrsmittel und somit auf die erwähnten ÖV- und Velo-Angebotsausbauten an Bedeutung. Entscheidend für den MIV ist die konsequente Elektrifizierung.

Die Nachfrage nach Elektromobilität ist in der Schweiz stark steigend. 2019 ist der Anteil verkaufter Elektroautos um 250% gegenüber dem Vorjahr gestiegen (bei gleichzeitig sinkendem Motorisierungsgrad). Europaweit liegt die Schweiz auf Platz 5, gemessen am Anteil der Elektroautos (TCS 2020). Der Kanton Zürich nimmt eine vorausschauende Rolle beim Fördern der öffentlichen Ladeinfrastrukturen ein (vgl. Klimastrategie Kanton Zürich [noch zu beschliessen]). Der Busverkehr wird ebenfalls zunehmend elektrifiziert (INFRAS 2020). Die Elektrifizierung sorgt nicht nur für einen geringeren CO₂-Fussabdruck, sondern reduziert zugleich die Lärm- und zum Teil auch die Schadstoffemissionen.

Neben den elektrisch betriebenen Fahrzeugen dürfte vor allem im Nutzfahrzeugbereich auch Wasserstoff als künftiger fossilfreier Treibstoff eine Rolle spielen (EMPA 2019). Kraftstoffe, die elektrisch generiert werden (Power-to-liquid), haben generell eine deutlich geringere Energieeffizienz im Vergleich zu batteriebetriebenen Antrieben. Diese dürften sich eher im Flug- und Schiffsverkehr durchsetzen.

Autoarmes Wohnen reduziert den Flächenbedarf für den Verkehr und steigert zugleich die Nachhaltigkeit des Verkehrssystems.

Mehr als ein Drittel des Flächenverbrauchs in den Siedlungen entfällt auf die Verkehrsinfrastruktur. Der Druck auf die knappen Raumreserven ist enorm, mittlerweile nicht nur in den städtischen Gebieten des Kantons Zürich. Es besteht somit grosser Handlungsbedarf zur effizienteren Flächennutzung und zu einer konsequenten Abstimmung von Siedlungs- und Verkehrsentwicklung. In den Städten wird der öffentliche Strassenraum für den ÖV, Fuss- und Veloverkehr noch stärker priorisiert, um deren Anteil am Gesamtverkehr zu erhöhen (Stadt Zürich 2019). Verdichtetes urbanes Wohnen in Arealen mit wenig Parkplätzen, gutem ÖV-Anschluss und Zugang zu guter Veloinfrastruktur und Sharing-Angeboten erhöht die Anreize für Wohnen ohne eigenes Auto und damit das Nutzen der multimodalen Transportkette. Das reduziert die Anzahl nötiger Parkplätze am Wohn- und Arbeitsort.

In urbanen Gebieten wird vermehrt begrünt, die Fuss- und Velowege werden attraktiv gestaltet, um ihre Nutzbarkeit sowie Naturverträglichkeit zu erhöhen. Eine wichtige Funktion nehmen dabei die lokalen Erholungs- und Freiräume und deren Erreichbarkeit ein. Dies schafft Potenziale für Orte der kurzen Wege, was zugleich auch einen positiven Einfluss auf die ÖV-Nutzung hat, da die ersten und letzten Abschnitte eines ÖV-Weges zu Fuss oder mit dem Velo zurückgelegt werden (EBP 2018a).

Die Innenentwicklung und die Verdichtung der urbanen Räume müssen hinsichtlich der Ansprüche von Siedlung und Verkehr gut aufeinander abgestimmt sein. Dies führt auch zu neuen Herausforderungen im Umgang mit Lärmimmissionen bei Gebäuden an verkehrsintensiven Korridoren.

2.6 Fazit: Verkehrspolitische Herausforderungen

Die folgende Übersicht fasst die Trends und damit zusammenhängenden Herausforderungen in vier Bereichen zusammen:

	Trends	Herausforderungen
 <p>Bevölkerung und Arbeitsplätze</p>	<ul style="list-style-type: none"> Die Bevölkerung und die Zahl der Arbeitsplätze wachsen bis 2040 um 25%, wobei der Anteil der Bevölkerung über 60 Jahre überdurchschnittlich zunehmen wird. Die neuen Wohnungen und Arbeitsplätze konzentrieren sich zu 80% in städtischen Gebieten. Es wird immer häufiger an mehreren Orten gelebt und gearbeitet. Der Trend zu Homeoffice und dezentralen Co-Working Spaces verändert den Pendlerverkehr. 	<ul style="list-style-type: none"> Bevölkerungs- und Wirtschaftswachstum erhöhen die Mobilitätsbedürfnisse und führen zu mehr Verkehr. Der Freizeitverkehr bleibt bedeutend und ist schwieriger zu bündeln als der Pendlerverkehr. Reboundeffekte beim Homeoffice führen zu längeren Arbeitswegen.
 <p>Verkehrsvolumen und -struktur</p>	<ul style="list-style-type: none"> Bis 2040 wird die Zahl der Personenkilometer im MIV um 20% und im öffentlichen Verkehr um bis zu 50% steigen. Der Autobesitz in den Städten wird abnehmen, während der E-Bike-Besitz steigen wird. Die Arbeitswege werden immer noch länger, wenn auch abflachend. Das Verkehrsverhalten wird multimodaler. 	<ul style="list-style-type: none"> Die Infrastruktur wird vielerorts oft unter- und nur für kurze Zeit stark übernutzt. Neue Angebote entwickeln sich aus Nischen oder können schlagartig marktrelevant werden und zu neuen Verhaltensmustern führen. Die multimodale Transportkette erfordert hochwertige Umsteigeinfrastruktur, sowohl bezüglich der Flächen als auch digital und neue Prioritätensetzungen im Verkehrsmanagement.
 <p>Technologie und Infrastrukturen</p>	<ul style="list-style-type: none"> E-Mobilität, Sharing und automatisierte Fahrzeuge finden zunehmend den Weg auf die Zürcher Strassen. Die Infrastruktur wird smarter und vernetzter. Das S-Bahn-System wird einen weiteren Quantensprung erleben und seine Kapazität langfristig verdoppeln. Mehr Velowege und -schnellrouten erhöhen die Sicherheit und Attraktivität des nachhaltigen Verkehrs. 	<ul style="list-style-type: none"> Die elektrischen Antriebsformen benötigen eine flächendeckende Ladeinfrastruktur. Die Automatisierung wird die Kosten reduzieren, was zu Mehrverkehr führen kann. Angesichts der Platzverhältnisse werden rein infrastrukturelle Lösungen nicht ausreichen, um die erforderlichen Kapazitäten bereit zu stellen. Aufgrund neuer (kollektiver) Mobilitätsformen muss die öffentliche Hand ihre Rolle beim Zulassen, Bestellen und Finanzieren von neuen Angeboten neu definieren.
 <p>Umwelt</p>	<ul style="list-style-type: none"> Das wachsende Bewusstsein für die Umwelt und das Klima prägen den Verkehr und die Mobilitätsformen. Die Elektrifizierung des Verkehrssystems leistet einen Beitrag zu einer schadstoffarmen und CO₂-freien Zukunft. Die Gesamtemissionen und die Beeinträchtigung der ökologischen Ressourcen nehmen weiter zu. Der Glaube in technische Lösungen (E-Mobilität) kann Potenziale des Vermeidens und des Verlagerns von Verkehr schwächen. 	<ul style="list-style-type: none"> Die E-Mobilität erfordert ein massiv erhöhtes Angebot von erneuerbarem Strom und den Ausbau der Kapazitäten im Stromverteilnetz, um die Nachfrage zu befriedigen. Durch das Einführen schwerer E-Autos, droht ein Erhöhen des Feinstaubanteils. Der Platz für neue Infrastrukturen ist knapp und erhöht die Anforderungen an die Einbettung in die Landschaft. Die Innenentwicklung stellt neue Anforderungen bezüglich lärmarrer Siedlungen. Klimabedingte Extremereignisse erfordern höhere Investitionen für Anpassungen, Reparatur und Unterhalt der Infrastruktur. Die Suche nach Kühle in den Hitzeperioden stellt neue Ansprüche an die Erholungsräume, den Zugang zu Gewässern und den Bau von hitzemindernder Verkehrsinfrastruktur

3 Handlungsansätze und Wirkungspotenziale

3.1 Übersicht

Mit Blick auf die voraussichtliche Verbreitung 2050, auf die Relevanz für den Kanton Zürich und den Wunsch nach einer nachhaltigen Mobilität werden folgende Handlungsansätze bezüglich neuer Technologien aus dem Bereich Digitalisierung und technologische Innovationen hinsichtlich ihrer Chancen und Risiken untersucht:

1. Elektrische Fahrzeuge: Elektromobilität inkl. Brennstoffzellentechnologie im Individualverkehr und klassische ÖV-Elektromobilität
2. Nutzen und intermodales Verknüpfen von Fahrzeugen im Personenverkehr
 - Sharing von Autos, Velos und elektrischen fahrzeugähnlichen Geräten
 - Pooling von privaten Autos
 - On-Demand-Angebote
 - Mobility as a Service (MaaS)
 - Parkraumnutzung
3. Digitalisierung im Güterverkehr
 - B2B-Logistik
 - Urbane Logistik bzw. City-Logistik (inkl. Zustellung an private Empfänger B2C)
4. Verkehrssteuerung und Automatisierung
 - Verkehrssteuerung und -lenkung
 - Automatisierung und Vernetzung (selbstfahrende und vernetzte Fahrzeuge im Individual- und kollektiven Verkehr, ohne führerlose Züge und Trams)
5. Neue Verkehrsmittel in urbanen Gebieten
 - Luftseilbahnen
 - Flugtaxis/Drohnen
6. Nachfragebezogene Handlungsansätze
 - Mobility Pricing
 - Virtuelle (Arbeits-)Welten: zeitlich und räumlich flexibles Arbeiten und Videokonferenzen

Die getroffenen Annahmen und Randbedingungen zum Einsatz der zehn Technologien und Anwendungen werden bei den jeweiligen Ausführungen erläutert.

3.2 Elektrische Fahrzeuge

Beschreibung

E-Fahrzeuge definieren sich durch eine Antriebsbatterie und einen elektrifizierten Antriebsstrang. Dazu zählen reine Batteriefahrzeuge, Brennstoffzellenfahrzeuge (Power-to-Gas, inkl. Wasserstoff) und schwere Fahrzeuge mit einem Oberleitungsabnehmer (z.B. Trolleybusse). In einzelnen Einsatzbereichen sind auch Fahrzeuge mit Verbrennungsmotoren oder Hybride,

die mit erneuerbaren Treibstoffen angetrieben werden, eine Option. Die Elektrifizierung umfasst Fahrzeuge mit elektrischem Antrieb wie E-Scooter, E-Bikes, Autos, Busse des ÖV sowie Lieferwagen und Lastwagen. Den grössten ökologischen Nutzen erreicht die Elektromobilität durch den ausschliesslichen Einsatz von erneuerbarem Strom im Betrieb und idealerweise auch im Herstellungsprozess der Fahrzeugkomponenten. Zudem gilt generell, dass kleine und leichte Autos deutlich weniger Umweltbelastungen verursachen als grosse und schwere.

Bei Bussen und Lastwagen ist die Elektrifizierung eine grössere Herausforderung aufgrund des Gewichts der Batterien, der Reichweite und der Ladedauer. Hier kann die Energiespeicherung in Form eines Wasserstofftanks erfolgen, die Energie wird dann in einer Brennstoffzelle in Strom umgewandelt. Allerdings geht dies auf Kosten der Energieeffizienz, da das Herstellen von Wasserstoff sehr energieintensiv ist. Auch Brennstoffzellenfahrzeuge haben immer eine Batterie, die entweder nur über die Brennstoffzelle oder auch direkt am Stromnetz geladen wird. Die Dekarbonisierungsstrategie des ZVV sieht die heutige Generation von Batterie-Trolleybussen als ökologisch und technisch beste Lösung.

Einsatzbereiche und Potenziale im Kanton Zürich

- Flächendeckend denkbar – benötigt allerdings auch flächendeckende Lademöglichkeiten, z.B. auch mit Schnellladestationen. Beim Einsatz von Brennstoffzellenfahrzeugen braucht es zudem eine zusätzliche Wasserstoff-Tankstelleninfrastruktur.
- (Rechtliche) Grundlagen: kurz- bis mittelfristig umsetzbar. Ein besonderes Augenmerk gilt der Ladeinfrastruktur in Mehrfamilien- und Parkhäusern.

Chancen für eine nachhaltige Mobilität

- Senken von Immissionen, Emissionen, Energieverbrauch und Umweltbelastung, über den gesamten Lebenszyklus, inkl. Herstellung und Rezyklierung (PSI 2018).
- Elektrisch angetriebene Velos machen das Velofahren attraktiver und erhöhen die Reichweite.

Risiken für eine nachhaltige Mobilität

- Unter heutigen Verkehrsabgaben evtl. steigende Verkehrs- und Fahrleistungen im MIV.
- Schwere Elektrofahrzeuge können allenfalls höhere nicht abgasbedingte PM2.5-Emissionen aufweisen als vergleichbare Fahrzeuge mit anderen Antrieben (OECD 2020). Evtl. Konkurrenzierung von ÖV sowie Fuss- und Veloverkehr, weil die MIV-Fahrt mit dem Elektroauto für ein «besseres Gewissen» sorgt.
- Durch die höhere Geschwindigkeit der E-Bikes ist mit einer leichten Zunahme der Verkehrsunfälle zu rechnen.
- Einnahmen der Strassenfinanzierungsinstrumente sind mit einer Zunahme der Elektromobilität (noch) nicht gesichert.

Potenziale für eine nachhaltige Mobilität

- Versorgung Elektromobilität mit erneuerbarem Strom.
- Smart Charging⁵ für Ladevorgänge umsetzen.

⁵ Smart Charging bezieht sich auf ein Ladesystem, bei dem Elektrofahrzeuge, Ladestationen und Ladeoperatoren Datenverbindungen gemeinsam nutzen. Im Vergleich zum unkontrollierten Laden wird durch intelligentes Laden die Spitze des Stromverbrauchs abgeflacht. Dazu können auch Preisdifferenzierungen genutzt werden (z.B. niedrige Tarife beim Laden in Schwachlastzeiten).

3.3 Nutzen und intermodales Verknüpfen von Fahrzeugen im Personenverkehr

3.3.1 Sharing

Beschreibung

Unter Sharing im Verkehr wird das Teilen verschiedener Verkehrsmittel wie Autos, Velos, E-Bikes, E-Scooter und weiterer fahrzeugähnlicher Geräte (FäG) verstanden. Das Nutzen dieser Verkehrsmittel erfolgt seriell (von den Personen nacheinander und damit individuell). Durch die Digitalisierung kann Sharing bedeutend vereinfacht werden, etwa hinsichtlich Reservierung oder der Verfügbarkeit der Verkehrsmittel. Sharing umfasst sowohl längere Nutzungsdauern (z.B. klassische Mietwagen) als auch kurzfristiges Mieten von Fahrzeugen. Unterschieden werden stationsbasierte Angebote, bei denen das Fahrzeug an einem definierten Ort zurückgegeben werden muss (Einweg- oder Retourfahrten) oder sogenannte Freefloating-Systeme, die ohne eigentliche Rückgabe oder Docking-Station auskommen. Die Flotte kann entweder in Besitz von institutionellen Anbietenden sein (B2C, Business to Client) oder es werden Fahrzeuge im Privatbesitz geteilt (P2P, Peer to Peer).

Einsatzbereiche und Potenziale im Kanton Zürich

- Eigenwirtschaftliche Angebote (z.B. Mobility)
- Flächendeckende Angebote bei Bestellung durch die öffentliche Hand (z.B. Publibike)
- (Rechtliche) Grundlagen: gegeben. Die Regulierung des Benutzens des öffentlichen Raums durch Gemeinden bzw. Städte ist möglich.

Chancen für eine nachhaltige Mobilität

- Auto-Sharing kann MIV-Fahrten, Tagesdistanzen sowie Flächenbedarf reduzieren, wenn Personen ihr eigenes Auto dafür aufgeben
- Velo- oder E-Bike-Sharing kann eine geringe Zunahme der Velofahrten zulasten des MIV bewirken, vor allem ausserhalb von dichten Räumen
- Sharing ermöglicht Mobilität ohne Besitz und kann damit Ressourcen einsparen und die Effizienz der Fahrzeugflotte erhöhen. Auto-Sharing hat diesbezüglich die grössere Wirkung als Velo- oder E-Bike-Sharing.

Risiken für eine nachhaltige Mobilität

- Velo- oder E-Bike-Sharing kann den ÖV sowie den Fussverkehr in Städten konkurrenzieren.
- Nicht integriertes Sharing von E-Scooter konkurrenziert den ÖV, Fuss- und Veloverkehr.
- Sharing von E-Scooter und E-Bikes beansprucht Platz in öffentlichen Räumen.
- E-Scooter haben eine schlechte Umweltbilanz (Lebensdauer, Distribution, Wartung).
- Gelegentliches Nutzen von Verkehrsmitteln ist mit einem erhöhten Unfallrisiko verbunden, vor allem ohne geeignete Schutzausrüstung (E-Scooter, E-Bikes).
- Einnahmen der Strassenfinanzierungsinstrumente können bei Sharing geringer sein.

Potenziale für eine nachhaltige Mobilität

- E-Scooter, Velos, E-Bikes und andere elektrifizierte FäG in dichten Räumen in intermodale Angebote integrieren; keine Konkurrenzierung, sondern ergänzende Angebote und Entlastung des städtischen ÖV zu Spitzenzeiten
- Sharing-Systeme zur besseren Erreichbarkeit von wichtigen Standorten anstelle von neuen Infrastrukturen

- (Öffentliche) Bike-Sharing-Angebote für den einfachen Zugang zu S-Bahn-Haltestellen ausserhalb urbaner Räume; vor allem zu Randzeiten und auf Tangentialverbindungen
- Potenzial unter heutigen Rahmenbedingungen quantitativ beschränkt, da aktuell nur ein kleiner Anteil am Verkehrsaufkommen; gesteigertes Potenzial im Zusammenhang mit MaaS

3.3.2 Pooling

Beschreibung

Pooling (auch Ride-Hailing genannt) im Verkehr steht für das gleichzeitige gemeinsame Benutzen eines Fahrzeugs. Wie bei der klassischen Mitfahrgemeinschaft wird die Fahrt und nicht das Fahrzeug (siehe Sharing) geteilt. Hier betrachtet werden private Mitfahrgelegenheiten und nicht kommerzielle Angebote. Dabei nimmt eine Person bei einer sowieso stattfindenden Fahrt jemanden auf der gesamten Strecke oder auf einem Teil davon mit. Die Digitalisierung vereinfacht das Vermitteln zwischen Anbietenden und Nachfragenden, indem z.B. sich überlappende Fahrtstreckenabschnitte identifiziert und vermittelt werden können. Das Nutzen «smarter» mobiler Endgeräte ermöglicht mittels App und einer Plattform auch die Berücksichtigung unterschiedlicher Fahrzeugarten und Komfortstandards bei der Buchung. Das direkte Bestellen und Bezahlen dieser Angebote ist möglich. Entsprechende digitale Vermittlung gibt es für Ferien- und Freizeitreisen mit meist langen Distanzen, aber auch für kurze Strecken.

Einsatzbereiche und Potenziale im Kanton Zürich

- Theoretisch flächendeckendes Angebot und Nachfrage möglich
- Akzeptanz von Pooling ist in der Schweiz noch klein
- Rechtliche Grundlagen: gegeben

Chancen für eine nachhaltige Mobilität

- Durch das gleichzeitige gemeinsame Nutzen privater Autos könnte der Besetzungsgrad steigen, damit nimmt die MIV-Leistung bei gleichbleibender Mobilität ab.

Risiken für eine nachhaltige Mobilität

- Der ÖV könnte konkurrenziert werden.

Potenziale für eine nachhaltige Mobilität

- Heute sehr geringes Potenzial, da gepoolte Nutzungen nur einen Bruchteil der MIV-Verkehrsleistung ausmachen, obwohl alle Voraussetzungen (Apps usw.) vorhanden sind.
- Das Pooling privater Autos kann nur ein grösseres Potenzial entfalten, wenn stärker besetzte Autos künftig regulatorisch bevorzugt werden (eigene Fahrspuren, Bevorzugung an Lichtsignalanlagen, tiefere Kosten für Parkierung usw.).
- Das Potenzial ist theoretisch sehr gross, da der heutige Besetzungsgrad sehr niedrig ist.
- Erhöht Mobilität für Personen ohne eigenes Auto

3.3.3 On-Demand-Angebote mit Pooling

Beschreibung

On-Demand-Angebote fahren bei Bedarf «von Tür zu Tür» und versuchen, Fahrtwünsche zumindest auf Teilstrecken zu bündeln (private Angebote für Car-Pooling oder Ride-Hailing sind hier nicht berücksichtigt). Gegenüber dem klassischen ÖV entfallen u.a. ein fester Fahrplan, eine vordefinierte Linienführung oder fixe Haltestellen. Gegenüber dem Taxi können

Fahrten auf Teilstrecken mit anderen Personen geteilt werden. Die Angebote werden mit Autos (Taxis) oder Kleinbussen erbracht.

On-Demand-Angebote können durch private kommerzielle Unternehmen erfolgen. Sie können aber auch von öffentlichen Transportunternehmen erbracht und als Ergänzung zum ÖV durch die öffentliche Hand bestellt werden.

Einsatzbereiche und Potenziale im Kanton Zürich

- Flächendeckende/periphere Angebote nur bei Bestellung durch die öffentliche Hand (z.B. bei Integration in den ÖV), (IVT/EBP 2020)
- Eigenwirtschaftliche Angebote vor allen in den dichteren urbanen Gebieten bei hohem Automatisierungsgrad Level V denkbar (IVT/EBP 2020).

Chancen für eine nachhaltige Mobilität

- Erhöhen der Fahrgastnachfrage im kollektiven Verkehr durch Angebot auf Bestellung (flächendeckende Verfügbarkeit und Tür-zu-Tür-Verkehr)
- Imagegewinn für Verkehrsbetriebe
- Kosteneinsparung im ÖV während Randzeiten oder in ländlichen Räumen

Risiken für eine nachhaltige Mobilität

- On-Demand-Angebote in dichteren Räumen können den Fuss- und Veloverkehr konkurrenzieren.
- Nicht in den ÖV integrierte On-Demand-Angebote können den ÖV konkurrenzieren.
- Kann Wohnen in peripheren Gebieten attraktiver machen.
- Potenziale bestehen beim Ergänzen des heutigen Angebots in Randzeiten und in nicht erschlossenen Gebieten (gemäss Angebotsverordnung, LS 740.3).
- Erste Erfahrungen: On-Demand-Angebote ersetzen fast ausschliesslich Fuss-, Velo- und ÖV-Fahrten und wenig MIV-Fahrten.

Potenziale für eine nachhaltige Mobilität

- Das vollständige Automatisieren und Elektrifizieren erhöht die positiven Effekte für Kundenschaft, Betreibende und Umwelt.

3.3.4 Mobility as a Service

Beschreibung

Mobility as a Service (MaaS) wird definiert als «a user-centric, multimodal, sustainable and intelligent mobility management and distribution system, in which a MaaS Provider brings together offerings of multiple mobility service providers (public and private) and provides end-users access to them through a digital interface, allowing them to seamlessly plan and pay for mobility» (Kamargianni, M., Goulding, R., 2018, zitiert nach Arias-Molinares, D., García-Palomares, J.C., 2020). MaaS zielt also darauf ab, der Kundschaft ein massgeschneidertes Angebot zu unterbreiten, das aus verschiedenen Mobilitätsdiensten besteht – und so ein monomodales, auf das eigene Auto fokussierte Mobilitätsverhalten durch ein multimodales und besitzloses zu ersetzen. MaaS-Dienste übernehmen die Organisation der gesamten Transportkette. Sie vereinen das Planen, Buchen und Abrechnen der Reise in einem meist Smartphone-basierten System und integrieren sämtliche Verkehrsmittel wie ÖV, Fuss- und Veloverkehr, FäG oder Sharing- und Pooling-Angebote, wobei der ÖV das Rückgrat bildet. Zudem wird mittels Echtzeitinformationen und kurzfristigen Optimierungsmöglichkeiten die Zuverlässigkeit und Planbarkeit einer Reise erhöht (vgl. INTERFACE/EBP 2020).

Der Begriff «Multimodalität» steht zum einem für das Nutzen mehrerer Verkehrsmittel für verschiedene Etappen einer Reise, z.B. eine Kombination von Car-Sharing und Zug (oft auch als Intermodalität bezeichnet). Zum anderen wird er auch verwendet, wenn Personen über einen gewissen Zeitraum verschiedene Verkehrsmittel benutzen, also z.B. am Montag mit einem Sharing-Velo zur Arbeit fahren, am Dienstag aber mit dem Bus.

Der Bund will, dass verschiedene Verkehrsmittel einfacher miteinander kombiniert werden können. Damit Unternehmen entsprechende Angebote entwickeln können, brauchen sie Informationen von den verschiedenen Mobilitäts- und Dienstleistungsanbietenden. Künftig soll eine «Nationale Dateninfrastruktur Mobilität» als Service-public-Angebot des Bundes diesen Austausch vereinfachen.

Einsatzbereiche und Potenziale im Kanton Zürich

- Grundsätzlich flächendeckend denkbar und sinnvoll
- Bisher gibt es kein Angebot, das alle Verkehrsmittel umfasst.
- (Rechtliche) Grundlagen: Es muss ein Regulierungsrahmen auf Bundesebene geschaffen werden, der Angebote ermöglicht. Unter anderem müssen folgende Themen geregelt werden: zugängliche, multimodale, routingfähige Datenstrukturen; Vertriebsdaten; Verhältnis von Mobilitätsvermittlenden und -anbietenden; Monopole oder marktbeherrschende Positionen.

Chancen für eine nachhaltige Mobilität

- MaaS kann zu einer Zunahme der zurückgelegten Wege mit ÖV, Fuss- und Veloverkehr führen.
- Kombinierte Mobilität wird für die Reisenden insgesamt einfacher und attraktiver, vor allem für nicht regelmässig zurückgelegte Wege (Freizeit- und Geschäftsverkehr).
- Die öffentliche Hand muss nur wenig investieren. MaaS hat erhebliche positive Auswirkungen auf die Volkswirtschaft, vor allem durch Senken des Ressourcenverbrauchs und das Erhöhen des Nutzens für die Verkehrsteilnehmenden.
- Die Digitalisierung vereinfacht das Einführen flexiblerer ÖV-Abonnementsmodelle, z.B. Beschränkung auf bestimmte Tage und Kombination mit Sharing-Angeboten.

Risiken für eine nachhaltige Mobilität

- Wirkungen aus heutiger Sicht noch nicht abschliessend einschätzbar, da unsicher ob individuelle oder kollektive Mobilität profitiert bzw. welche Anbietenden sich durchsetzen.
- Günstige Angebote (z.B. Flatrate) könnten Mehrverkehr generieren.
- Durch nicht integrierte und kommerzielle Angebote könnte der MIV an Attraktivität gewinnen und den ÖV, Fuss- und Veloverkehr konkurrenzieren.

Potenziale für eine nachhaltige Mobilität

- Gewinnt Intermodalität durch MaaS an Attraktivität, könnte der MIV reduziert werden, vor allem in dichten Räumen.
- Gewinnt kollektive Mobilität via MaaS an Attraktivität, könnte der Besetzungsgrad von Fahrzeugen insgesamt steigen, vor allem in dichten Räumen.
- MaaS-Dienste können den ÖV in weniger dichten Räumen ergänzen und den städtischen ÖV entlasten.
- MaaS kann Synergien zwischen dem ÖV und neuen Mobilitätsformen nutzen. In der Summe ergibt das ein grösseres Auto-Substitutionspotenzial als jenes von ÖV oder neuen Angebotsformen allein.

3.3.5 Parkraumnutzung

Beschreibung

Die Digitalisierung hat auch bei der Parkierung grosses Veränderungspotenzial, vor allem durch das Verknüpfen digitaler Dienste und Lösungen entlang der Prozesskette des Parkierens – angefangen vom Bereitstellen von Stellflächen über das Finden, Anfahren und Abstellen von Fahrzeugen bis zum Bezahlen. Digitale Dienste und Lösungen sind in folgenden Bereichen möglich:

- Sensorik zur Fahrzeugerkennung
- Lademanagement
- Smart-Parking-Applikationen im Off-street-Segment
- Smart-Parking-Applikationen im On-street-Segment
- Automated Valet Parking
- Sharing-Plattformen für Parkplätze
- Datenanalyse und Informationsdienste

Einsatzbereiche und Potenziale im Kanton Zürich

- Parkierung vor allem in der Kompetenz der Gemeinden. Einsatzbereiche und Potenziale sind von den Gemeinden abhängig.
- (Rechtliche) Grundlagen: Für ein Parkraummanagement auf kantonaler Ebene müssten Rechtsgrundlagen geschaffen werden.

Chancen für eine nachhaltige Mobilität

- Effizientere Nutzung bestehender Parkplätze und damit Potenzial zur Reduktion des Flächenbedarfs für Parkplätze
- Reduktion des Parksuchverkehrs

Risiken für eine nachhaltige Mobilität

- Digitale Dienste, die das Finden, Buchen und Bezahlen von Parkplätzen vereinfachen und die Auslastung des verfügbaren Parkraums optimieren, steigern die Wahrscheinlichkeit, einen freien Parkplatz zu finden. Damit kann das Autofahren attraktiver werden.

Potenziale für eine nachhaltige Mobilität

- Eine Integration in ein kommunales Parkraummanagement kann das Umsetzen verkehrs- und umweltpolitischer Ziele unterstützen.

3.4 Digitalisierung im Güterverkehr

3.4.1 Business-to-Business-Logistik

Beschreibung

Die Digitalisierung und elektronische Datenübermittlung ermöglichen bei kompatiblen Schnittstellen den Austausch von Daten zwischen Unternehmen. Logistikprozesse lassen sich damit vereinfachen und beschleunigen. Die Produktion kann vermehrt «on demand» erfolgen, die notwendige Lagerhaltung wird kleiner und die Transportketten werden beschleunigt. Beim Einsatz von Wechselbehältern oder Sattelaufliegern kann Ware im Bedarfsfall auch kurzfristig und ohne Umschlagaufwand zwischengelagert werden. Entsprechende

Systeme ermöglichen auch den vermehrten Einsatz des kombinierten Verkehrs. Zudem können die Fahrten besser überwacht (Status und Standort der Lieferung, Temperaturkontrolle usw.) und mithilfe von weiteren Informationen (aktuelle Verkehrsdaten, Wettersituation usw.) allenfalls auch umdisponiert werden.

Auf der Grundlage eines dank Digitalisierung optimierten Ladeplans lassen sich Nutzfahrzeuge zudem rascher und effizienter beladen. Der optimierte Ladeplan ist abgestimmt auf die Tourenplanung über die gesamte Transportstrecke und über verschiedene Transportmittel. Dank der tourenoptimierten Beladung können an Umschlagpunkten die Waren rasch umgeladen bzw. bei der Kundschaft entladen werden. Ein Sortieren und Heraussuchen der «richtigen» Palette entfällt.

Angaben aus den Beladungsplänen der Nutzfahrzeuge und von Zügen wiederum können in elektronische Fahrtenbörsen hochgeladen werden, die erlauben, kurzfristig weitere potenziell zu transportierenden Warensendungen aufzunehmen und damit die Fahrzeuge und Züge besser auszulasten.

Mit Robotik bei der Kommissionierung und Palettierung ergeben sich weitere Optimierungen, indem Lager- und Verpackungsprozesse automatisiert verknüpft werden und die Palettierung durch spezialisierte Roboter schneller und volumenoptimiert erfolgt.

Einsatzbereiche und Potenziale im Kanton Zürich

- Umsetzung durch Industrie-, Handels- und Logistikunternehmen
- (Rechtliche) Grundlagen: Es braucht Standards zum Datenaustausch über Schnittstellen und vermehrte Kooperationen innerhalb der Logistikbranche.

Chancen für eine nachhaltige Mobilität

- Erhöhte Zuverlässigkeit für Kundinnen und Kunden dank Echtzeitoptimierung
- Kosteneinsparungen für den Transport von Gütern
- Kosteneinsparungen durch Automatisierung bei Lagern, Konfektionieren und Umschlag
- Verbesserung der Auslastung von Transportfahrzeugen und dadurch Abnahme des Energie- und Ressourcenverbrauchs
- Verlagern von MIV-Transportleistungen auf die Schiene, mit positiven Effekten auf Umwelt und Verkehrssicherheit
- Flächeneinsparungen durch reduzierte Lagerkapazitäten

Risiken für eine nachhaltige Mobilität

- Keine

Potenziale für eine nachhaltige Mobilität

- Grosses Potenzial, von der öffentlichen Hand aber nur beschränkt beeinflussbar.

3.4.2 Urbane Logistik bzw. City-Logistik

Beschreibung

Die Digitalisierung ermöglicht das Bündeln von Güterströmen in Städten. Das Anliefern von Gütern zu Umschlagpunkten erfolgt durch unterschiedliche Transport- und Dienstleistungsunternehmen, die Feinverteilung erfolgt anschliessend koordiniert in Sammeltouren, in der Regel durch einen Anbieter. Es ist auch möglich, dass sich verschiedene Unternehmen Liefergebiete oder auch je nach Eignung von Transportfahrzeugen (Lieferwagen, Cargovelo usw.) die zu bedienenden Touren aufteilen. Mit dem Angebot von Paketstationen oder

Paketboxen kann das Zustellen der Waren zudem an weniger Punkten gebündelt werden. Mittel- bis längerfristig lassen sich diese auch mobil ausgestalten.

Die Digitalisierung ermöglicht den notwendigen Datenaustausch. Verbesserte Prognosen von Zustellungszeit und zu Übergabezeitfenstern an Schnittstellen – auch unter Berücksichtigung aktueller Verkehrsmeldungen – können hier einen Mehrwert für die Logistikunternehmen wie auch für deren Kundschaft schaffen.

Einsatzbereiche und Potenziale im Kanton Zürich

- City-Hubs und Micro-Hubs zur Bündelung der Verkehrsströme stehen vor allem in den Städten Zürich und Winterthur im Vordergrund. Bediente Paketstationen werden in bestehende Verkaufsgeschäfte integriert (z.B. Postagentur beim Detailhändler, Service-Points am Bahnhof oder in Kiosken usw.) und sind im urbanen und ländlichen Raum möglich. Unbediente Paketboxen sind zusätzlich auch in mittelgrossen Städten oder ganz allgemein in urbanen Arealen mit Wohn- oder Gewerbebauten hoher Dichte möglich.
- (Rechtliche) Grundlagen: Es braucht Standards zum Datenaustausch über Schnittstellen und vermehrte Kooperationen innerhalb der Logistikbranche. In den grossen Städten müssen an geeigneten – auch zentralen – Lagen Flächen für Logistikfunktionen gesichert werden.

Chancen für eine nachhaltige Mobilität

- Erhöhte Flexibilität für die Kundschaft dank Echtzeitoptimierung
- Kosteneinsparungen beim Liefern von Waren
- Bündeln von kleinteiligen Warenströmen und dadurch Erhöhen der Auslastung von Liefer-/Lastwagen und Einsparen von Fahrzeugkilometern bei Routenoptimierung
- Optimieren bzw. Verkleinern der heutigen Flotten, u.a. Einsatz ressourcenschonender Lieferfahrzeuge (z.B. Cargovelos in dichten Räumen) oder Downsizing
- Verbesserung der Verkehrssicherheit durch veränderte Flotte

Risiken für eine nachhaltige Mobilität

- Lärmemissionen im Umfeld von Logistikfunktionen
- Mangelhafte Bereitschaft der Akteure zu freiwilligen Kooperationen
- Geeignete Umschlagflächen sind im urbanen Raum rar
- Grosse Nutzungskonkurrenz bei geeigneten Flächen

Potenziale für eine nachhaltige Mobilität

- Grosses Potenzial, von der öffentlichen Hand aber nur beschränkt beeinflussbar

3.5 Verkehrssteuerung und Automatisierung

3.5.1 Verkehrssteuerung und -lenkung

Beschreibung

Intelligente Transportsysteme (ITS) optimieren das Nutzen der Infrastruktur, indem sie Verkehrselemente steuern und damit den Verkehrsfluss verbessern. Dies kann über zusätzliche Anlagen der Infrastruktur geschehen, z.B. mit Informationsanzeigen oder Lichtsignalanlagen (LSA), oder über digitale Vernetzung, z.B. mittels Smartphones. Anwendungsbeispiele sind Parkleitsysteme, adaptive Wegweisung, Busbevorzugung oder Navigationssysteme. Damit

können auch das bessere Nutzen der Infrastruktur oder das Priorisieren von einzelnen Verkehrsmitteln ermöglicht werden, z.B. durch eine dynamische Spurnutzung, bei der eine Fahrspur je nach Nachfrage in unterschiedliche Richtungen oder von unterschiedlichen Verkehrsmitteln prioritär genutzt wird.

Zu ITS zählen vor allem auch Echtzeitsysteme. Darunter werden Systeme verstanden, die Informationen aus aufbereiteten Daten zuverlässig innerhalb einer vorbestimmten kurzen Zeitspanne liefern können («real-time»). Sie sind einerseits Grundlage für verbesserte Entscheidungen der Verkehrsteilnehmenden vor und während einer Fahrt, im privaten und öffentlichen Personen- und Güterverkehr. Andererseits kann auch der Betrieb der Infrastruktur bzw. die Verkehrssteuerung auf der Grundlage von Echtzeitdaten erfolgen.

Einsatzbereiche und Potenziale im Kanton Zürich

- Flächendeckend im gesamten Verkehrssystem.
- Anwendung im MIV und ÖV sowie intermodale Verknüpfung bzw. als Bestandteil von MaaS
- Sinnvollerweise übergreifend über die verschiedenen Strassenkategorien (National-, Kantons-, Gemeindestrassen)
- Verschiedene Anwendungen laufen bereits, weitere werden entwickelt (vor allem bezüglich Echtzeitinformationen).
- (Rechtliche) Grundlagen: Weitere technische Entwicklungen bezüglich Vernetzung und Datenübertragung sind nötig. Die Anpassung rechtlicher Grundlagen zum Einsatz der Entwicklungen muss geprüft werden.

Chancen für eine nachhaltige Mobilität

- Verkehr in Siedlungsgebieten verträglicher abwickeln
- Der ÖV kann priorisiert werden.
- Grössere Stabilität des Verkehrsflusses und bessere Zuverlässigkeit der Reisezeiten; weniger Stau
- Bessere Auslastung der bestehenden Infrastruktur
- Verbesserung der Verkehrssicherheit

Risiken für eine nachhaltige Mobilität

- Keine (Rebound-Effekte vernachlässigbar)

Potenziale für eine nachhaltige Mobilität

- Potenzial bei einer übergeordneten und in Ziele eingebettete Steuerung ist gross.
- Potenzial bei der Bevorzugung von flächeneffizienten Verkehrsmitteln ist gross.

3.5.2 Automatisierung und Vernetzung

Beschreibung

Neue Technologien und eine fortschreitende Digitalisierung ermöglichen das Automatisieren und Vernetzen von Fahrzeugen. Ab einem bestimmten Level des Automatisierens wird keine fahrzeuglenkende Person mehr benötigt. Diese wird zur Mitfahrerin, welche die Fahrzeit anders nutzen kann. Voll- oder teilautomatisierte und vernetzte Fahrzeuge versprechen einen Zuwachs von Sicherheit und Leistungsfähigkeit, wenn alle Fahrzeuge miteinander Informationen austauschen und mithilfe der Schwarmintelligenz Verkehrsabläufe für alle optimiert werden können.

Automatisierte Fahrzeuge können als privates Auto, als Robotaxi, Last- und Lieferwagen, für On-Demand-Angebote oder im kollektiven Verkehr eingesetzt werden.

Bei höheren Automatisierungsstufen der Objekte und der Vernetzung im Verkehrssystem können diese durch Echtzeitsysteme gesteuert werden, um gewünschte Zielzustände zu erreichen (z.B. Verkehrsflussoptimierung, Bevorzugung bestimmter Verkehrsmittel, Reduktion der Umweltbelastung, Erhöhen der Fahrzeugauslastung). Auf die Routenwahl oder Geschwindigkeit von einzelnen Fahrzeugen kann Einfluss genommen werden. Zudem lässt sich das Steuern einzelner Verkehrsknoten oder ganzer Strassenzüge auf die tatsächlichen Fahrzeugbewegungen auslegen und optimieren. Das Ausmass aller Chancen ist abhängig von der Automatisierungsstufe.

Einsatzbereiche und Potenziale im Kanton Zürich

- Generell ist der Einsatz von automatisierten und vernetzten Fahrzeugen in einem langfristigen Endzustand im ganzen Kanton möglich. Die Zulassung wird dabei voraussichtlich in verschiedenen Freigabestufen von Strassentypen erfolgen.
- (Rechtliche) Grundlagen: Vernetzte hochautomatisierte Fahrzeuge ab Level 3 müssen noch entwickelt und zugelassen werden.

Chancen für eine nachhaltige Mobilität

- Kapazitätssteigerung und verbesserter Verkehrsfluss auf den Strassen
- Kosten-/Preissenkungen im ÖV bei Level 5; bei kollektiv genutzten und in den ÖV integrierten automatisierten Angeboten ist eine Zunahme der Verkehrsleistungen im kollektiven Verkehr zu erwarten.
- Die Reisezeit im Auto kann anderweitig genutzt werden. Dies erhöht den Nutzen für die Verkehrsteilnehmenden mit positiven Auswirkungen auf die Volkswirtschaft.
- Car-Sharing und -Pooling sowie On-Demand-Angebote werden attraktiver.
- Der Flächenbedarf für die Parkierung kann reduziert werden.

Risiken für eine nachhaltige Mobilität

- Sinkende Besetzungsgrade bis Leerfahrten von Fahrzeugen sind möglich.
- Mehrnachfrage bzw. Mehrverkehr durch Attraktivitätssteigerung, vor allem im MIV, u.a. durch neue Nutzergruppen, zum Teil aber auch im ÖV sind zu erwarten.
- Bei überwiegend privat genutzten automatisierten/vernetzten Fahrzeugen ist deutlich mehr MIV-Fahrleistung zu erwarten, zulasten von konventionellem ÖV, Fuss- und Veloverkehr.
- Inanspruchnahme des öffentlichen Raums durch Umschlag von Personen und Gütern.
- Bisherige Verkehrsmanagement-Massnahmen verlieren ihre Wirkung, z.B. Parkraumbewirtschaftung.

Potenziale für eine nachhaltige Mobilität

- Potenzial besteht bei der Integration von kollektiven automatisierten Angeboten in den ÖV oder als On-Demand-Angebote.
- Potenzial besteht bei einer Kombination mit übergeordneter Verkehrssteuerung und -lenkung.
- Die Attraktivität des Fuss- und Veloverkehrs erhöht sich, wenn eingesparte Verkehrsflächen durch die Reduktion der Parkierung und Kapazitätssteigerung umgenutzt werden.

3.6 Neue Verkehrsmittel in urbanen Gebieten

3.6.1 Luftseilbahnen

Beschreibung

In topografisch anspruchsvollen Situationen sind seilgetriebene Systeme weit verbreitet. Alle erforderlichen Kräfte zur Überwindung der horizontalen und vertikalen Distanz werden über ein Seil übertragen. Neben den Angeboten im Freizeitverkehr werden seilgetriebene Verkehrssysteme zunehmend auch im urbanen Kontext eingesetzt. Durch das Entkoppeln der Fahrzeugeinheiten vom Seil kann die Seilgeschwindigkeit konstant gehalten werden, und es wird den Passagieren ein komfortables Ein- und Aussteigen ermöglicht.

Über schwierig zu erschliessende Siedlungsgebiete und über natürliche Barrieren (z.B. Flüsse oder Seen) hinweg können Umlauf-Gondelbahnen eine attraktive und kostengünstige Ergänzung der bestehenden ÖV-Erschliessung auch in Städten darstellen. Luftseilbahnen haben eine stark identitätsstiftende Wirkung, die oftmals einen städtebaulichen Umschwung auslöst (z.B. Aufwerten der Favelas in Südamerika).

Einsatzbereiche und Potenziale im Kanton Zürich

- Aufgrund der Konflikte im urbanen Kontext besteht Potenzial nur in einzelnen Fällen, weshalb eine Einzelfallprüfung von Strecken auf Vorschlag der Gemeinden und der Bevölkerung vorgesehen ist. Folgende verkehrliche Potenziale könnten dann bestehen:
 - Einzelne punktuelle Ergänzungen des bestehenden ÖV-Angebots sowohl im städtischen Gebiets- als auch Agglomerationsverkehr
 - direktes Punkt-zu-Punkt-Erschliessen von nachfragestarken Verbindungen zur Entlastung des strassen- und schienengebundenen ÖV oder von neuen Verbindungen von Points of Interest mit ÖV-Haltestellen
 - Erschliessen von unebenem Gebiet (Höhenüberwindung)
- (Rechtliche) Grundlagen: vorliegend; kein Handlungsbedarf

Chancen für eine nachhaltige Mobilität

- Vergleichsweise geringer Flächenverbrauch
- Ergänzung des ÖV, da Hindernisse am Boden ohne Umweg überwunden werden können
- Allenfalls Verlagerungen vom MIV und damit Einsparung von Emissionen möglich

Risiken für eine nachhaltige Mobilität

- Eingriff in Stadt- und Landschaftsbild
- Im urbanen Kontext: Konflikte mit Anwohnenden (Pfeiler, Schattenwurf, Sichtfelder aus Gondel in Garten/Balkon/Wohnungen), bauliche Integration der Pfeiler
- Verlagerung von Fuss- und Veloverkehr

Potenziale für eine nachhaltige Mobilität

- Ergänzung des Angebots im ÖV, wo die konventionellen Verkehrsmittel nicht einsetzbar sind oder entlastet werden müssen

3.6.2 Flugtaxis/Drohnen

Beschreibung

Neue Luftfahrzeuge ermöglichen neue Angebote, vor allem wenn diese automatisiert fliegen. Dazu zählen Flugtaxis und (Liefer-)Drohnen auch im städtischen Verkehr.

Drohnen sind unbemannte Luftfahrzeuge, die für den schnellen und effizienten Gütertransport dank ihrer rasanten Entwicklungsschritte neue Angebote ermöglichen.

Flugtaxis sind autonome Fluggeräte zur Personenbeförderung, die ohne Pilotin oder Piloten betrieben werden können und städtische Knotenpunkte wie Flughäfen oder Bahnhöfe untereinander sowie Businesszentren miteinander verbinden. Sie sind auf Abruf verfügbar und benötigen eigens konstruierte Start- und Landeplätze. Sofern Start- und Landemöglichkeiten vorhanden sind, können sie auch für jegliche Direktbeziehungen eingesetzt werden.

Einsatzbereiche und Potenziale im Kanton Zürich

- Flugtaxis: Nischenanwendungen, für einzelne Verbindungen, ähnlich wie heute private Helikopterlandeplätze, evtl. Einsatz im nicht urbanen Raum denkbar
- Drohnen für den Gütertransport in ausgewählten Logistiksegmenten (z.B. Notfalltransport Medikamente oder Blutkonserven)
- Erschliessen von unebenem Gebiet (Höhenüberwindung)
- (Rechtliche) Grundlagen: Um einen ordentlichen Betrieb mit Flugtaxis tatsächlich realisieren zu können, braucht es umfangreiche Anpassungen der Gesetzgebung auf EU- und Bundesebene.

Chancen für eine nachhaltige Mobilität

- Drohnen: Sicherstellen des schnellen und zuverlässigen Transports lebensnotwendiger Güter, wenn ein Transport aufgrund von Staus und Engpässen bei bodengebundenen Verkehrsmitteln nicht zuverlässig funktioniert.
- Flugtaxis: keine

Risiken für eine nachhaltige Mobilität

- Lärmemissionen
- Offene Sicherheitsfragen
- Platzbedarf für Start- und Landeinfrastruktur, Eingriff ins Stadtbild
- Fehlende gesellschaftliche Akzeptanz u.a. aufgrund der Lärmdiskussion und des städtebaulichen Bildes.

Potenziale für eine nachhaltige Mobilität

- Keine.

3.7 Nachfragebezogene Handlungsansätze

3.7.1 Mobility Pricing

Beschreibung

Mit Mobility Pricing sollen gemäss Konzept des Bundesrates die Verkehrsteilnehmenden in der gesamten Schweiz für die von ihnen zurückgelegte Distanz eine Kilometerabgabe (leistungsabhängige Abgabe) entrichten. In Räumen mit besonders grossen Verkehrsbelastungen kann vor allem in den Spitzenstunden eine Überlastgebühr erhoben werden. Damit soll der Verkehr gleichmässiger verteilt und das Überlasten der Verkehrssysteme reduziert bzw. vermieden werden. Mit Mobility Pricing sollen die Verkehrsteilnehmenden insgesamt nicht mehr, sondern anders bezahlen. Mobility Pricing ist sowohl für den MIV als auch für den ÖV vorgesehen.

Innovation und Digitalisierung ermöglichen neue Erhebungstechniken. Die Erhebung kann vereinfacht werden, kostengünstigere Systeme als die heute bekannten sind möglich. Ferner können die Preismodelle z.B. bezüglich räumlich und zeitlicher Kriterien stärker differenziert werden.

Einsatzbereiche und Potenziale im Kanton Zürich

- Leistungsabhängige Abgabe flächendeckend
- Bepreisung der Spitzenstunde auf Strecken mit Überlast
- (Rechtliche) Grundlagen: Das Umsetzen erfordert eine Änderung der Bundesverfassung.

Chancen für eine nachhaltige Mobilität

- Glätten der Verkehrsspitzen und damit Reduktion der Verkehrsüberlastungen
- Reduktion der Treibhausgas- und Luftschadstoffemissionen
- Verbesserung der Sicherheit
- Die Nutzen übersteigen die zusätzlichen Kosten, die ein Systemaufbau und der Betrieb von Mobility Pricing mit sich bringen.
- Sicherstellen der Finanzierung des Verkehrssystems

Risiken für eine nachhaltige Mobilität

- Haushalte mit geringerem Einkommen haben tendenziell eine tiefere Arbeitsplatzflexibilität als einkommensstarke Haushalte und werden deshalb durch die Bepreisung der Spitzenstunden stärker betroffen.

Potenziale für eine nachhaltige Mobilität

- Dämpfen der Nachfragespitzen durch zeitliches Verlagern der Arbeit
- Potenzial zur Reduktion der Verkehrsnachfrage

3.7.2 Virtuelle (Arbeits-)Welten, zeitlich und räumlich flexibles Arbeiten und Videokonferenzen

Beschreibung

Die Digitalisierung hat das Potenzial, das Arbeiten zu flexibilisieren. Die zeitliche Flexibilisierung umfasst verschiedene Ansätze. Bezogen auf den Arbeitstag sind Beginn und Ende der Arbeiten allenfalls innerhalb bestimmter Zeitfenster flexibel wählbar. Kurz- und mittelfristige

Arbeitszeitkonten ermöglichen es, die monatlichen Arbeitsstunden flexibler auf die Tage zu verteilen. Auch bestehen langfristige Formen der Arbeitszeitgestaltung (z.B. Jahresarbeitszeit oder Lebensarbeitszeitkonten), um den Übergang zur Rente durch Verkleinerung des Beschäftigungsumfangs oder auch Schwankungen der Arbeitsauslastung auszugleichen. Für Arbeitnehmende bietet dies die Möglichkeit, in Hochphasen angesparte Langzeitguthaben für längere Auszeiten zu verwenden. Je verbreiteter solche Modelle sind, umso mehr beeinflussen sie auch die Verkehrsnachfrage in der Verteilung über den Tag oder die Woche.

Aufgrund der Digitalisierung, des Smartphones, des Internets und der verfügbaren Netze ist zudem für verschiedene Beschäftigte ortsunabhängiges und damit räumlich flexibles Arbeiten möglich. Hier ergeben sich Möglichkeiten für Homeoffice, Videokonferenzen und Co-Working-Spaces, was Geschäfts- und Pendlerfahrten vermeidet. Künftig dürfte die Bedeutung in der Arbeitswelt steigen, wenn z.B. Videokonferenzen möglich werden, bei denen Teilnehmende virtuell an einem Tisch sitzen und Dinge virtuell gemeinsam bearbeiten können (z.B. Bearbeitung von virtuellen Architekturmodellen durch Planerteams). Im Zuge der Covid-19-Pandemie erleben die entsprechenden Applikationen einen regelrechten Boom. Auch das Homeoffice wird durch die virtuellen Welten stark unterstützt.

Darüber hinaus ermöglichen digital geschaffene Welten Erlebnisse oder an Ereignissen «wie real» teilzuhaben, ohne selbst vor Ort zu sein. Virtuelle Welten (Virtual Reality; VR) ermöglichen die Darstellung und gleichzeitige Wahrnehmung einer digitalen Wirklichkeit und ihrer physikalischen Eigenschaften in einer in Echtzeit computergenerierten, interaktiven virtuellen Umgebung. Beispiele sind realitätsnahe Fahr- und Flugsimulatoren.

Einsatzbereiche und Potenziale im Kanton Zürich

- Zugang für alle Einwohnerinnen und Einwohner im Kanton möglich.
- (Rechtliche) Grundlagen: Techniken müssen (weiter)entwickelt werden. Keine Anpassung des Rechtsrahmens notwendig.

Chancen für eine nachhaltige Mobilität

- Digital geschaffene Welten ermöglichen es, etwas zu erleben oder an Ereignissen «wie real» teilzuhaben, ohne selber vor Ort zu sein, so z.B. in der Arbeitswelt durch «Videokonferenzen 4.0», bei denen Teilnehmende virtuell an einem Tisch sitzen und Dinge gemeinsam bearbeiten können (z.B. Planerteams bearbeiten virtuelle Architekturmodelle).
- Zeitliche Verschiebung von Arbeit möglich
- Es ist damit die einzige Technologie, die zum Verzicht auf Fahrten führen könnte – ohne Verzicht auf die visuelle Interaktivität.

Risiken für eine nachhaltige Mobilität

- Rebound-Effekte sind denkbar, da man Personen, die man virtuell trifft, auch mal in der Realität besuchen möchte.
- Personen, die zeitlich und räumlich flexibel arbeiten, können längere Wege haben (z.B. haben Personen im Homeoffice statistisch gesehen längere Arbeitswege, da sie weiter vom Arbeitsort entfernt wohnen; sie pendeln aber weniger oft).
- Die Reduktion der Pendlerwege könnte zu mehr Freizeitwegen führen.
- Arbeiten an weiter entfernten Orten ist möglich, weshalb mehr Fernreisen gemacht werden könnten.
- Dezentrale Siedlungsräume werden als Wohn- und Unternehmensstandort attraktiver, was zur Zersiedelung führen kann.
- ÖV könnte an Bedeutung verlieren, was zu Taktreduzierungen führen könnte.

Potenziale für eine nachhaltige Mobilität

- Potenzial zur Reduktion der Verkehrsnachfrage

- Dämpfung der Nachfragespitzen durch zeitliche Verlagerung der Arbeit

3.8 Fazit: Chancen, Risiken und Potenziale der Anwendungen

Abbildung 9 zeigt die Chancen, Risiken und Auswirkungspotenziale der Technologien und Anwendungen in Bezug auf die fünf Ziele des GVK 2018 (siehe Kapitel 1). Falls sich unterschiedliche Chancen und Risiken je nach Verkehrsmittel ergeben, wurden diese weiter differenziert (Sharing, On-Demand-Angebote und Automatisierung/Vernetzung). Das Wirkungspotenzial wird in der Spalte «Auswirkungen auf den Kanton Zürich» gezeigt. Es ist dargestellt, wo die Chancen und Risiken für den Kanton am grössten sind. Beim Einschätzen der Auswirkungen wird auch der zeitliche Handlungsbedarf mitberücksichtigt. So sind z.B. die Auswirkungen des automatisierten Fahrens gross, aber der Handlungsbedarf ist nicht so gross, da Level 5 noch in weiter Ferne liegt und damit Zeit für die Vorbereitung besteht.

Grosse, flächendeckende Auswirkungen auf eine nachhaltige Mobilität haben folgende Handlungsansätze, die damit im Fokus des Kantons stehen:

- Anteil elektrischer Fahrzeuge erhöhen: CO₂-freie Mobilität aufgrund der Dekarbonisierung des Verkehrs ermöglichen und die Chancen und Risiken von E-Bikes und Mikromobilität nutzen. Die Dekarbonisierung wird in der noch zu beschliessenden Klimastrategie des Kantons behandelt werden.
- Multimodale Mobilität verbessern: MaaS und der ÖV als Rückgrat sowie die dafür notwendigen Sharing-Angebote können langfristig eine Alternative zum privaten Fahrzeugbesitz darstellen und damit die nachhaltige Mobilität fördern. Dafür braucht es übereinstimmende Rahmenbedingungen für alle Anbietenden, damit das politische Ziel eines starken ÖV erreicht werden kann. Erste Schritte dazu müssen bereits heute geprüft werden.
- Steuerungs- und Lenkungssysteme nutzen: Verkehrssteuerung und -lenkung sowie die Bevorzugung des ÖV haben erheblichen Einfluss auf das Verkehrsangebot und damit auf die gesamte Verkehrsnachfrage.
- Die Logistik vor allem in städtischen Räumen verbessern
- Die Weiterentwicklung von Pricing Systemen vor allem auf Ebene Bund so begleiten, dass die Interessen des Kantons gewahrt bleiben
- Möglichkeiten zur Verkehrsvermeidung und -verlagerung durch zeitlich und räumlich flexibleres Arbeiten mittels Digitalisierung nutzen

Bei den übrigen Handlungsansätzen müssen die Chancen im jeweiligen Einzelfall geprüft und Risiken (z.B. Flugtaxis) abgewendet werden.

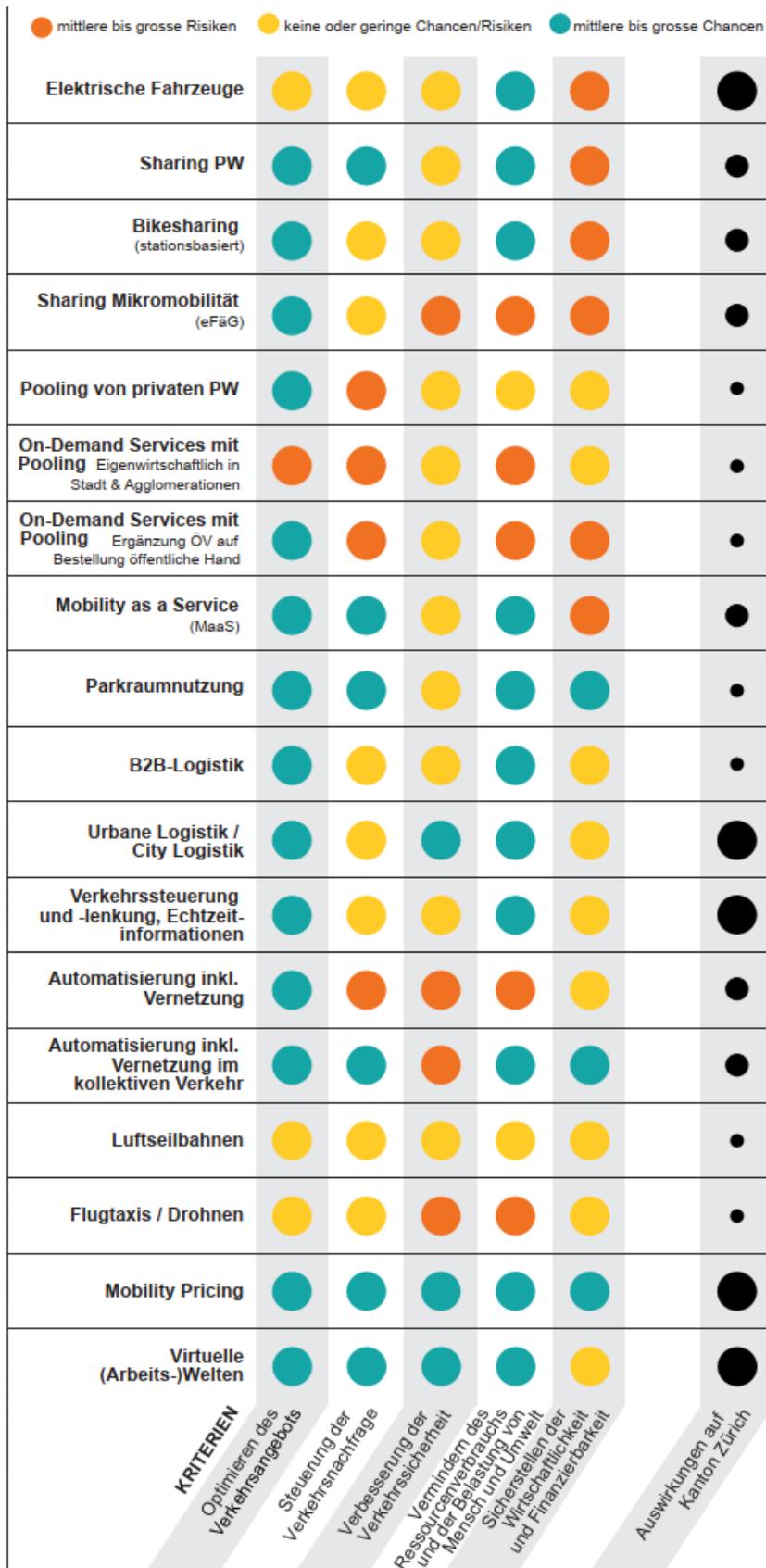


Abbildung 9: Überblick Chancen, Risiken und Wirkungspotenziale von Handlungsansätzen.

4 Rechtlicher und finanzieller Handlungsbedarf

4.1 Rechtlicher Handlungsbedarf

Im Folgenden wird aufgezeigt, welcher rechtliche Handlungsbedarf besteht, sollten die Technologien zum Einsatz kommen – unabhängig davon, ob und wie diese auch Teil der in Kapitel 5 formulierten Strategie werden. Es wird dabei auf die Technologien mit mittlerem und grossem Potenzial für den Kanton fokussiert. Handlungsbedarf kann darin bestehen, Chancen zu nutzen und Massnahmen zu fördern. Ferner besteht Handlungsbedarf, wenn Risiken vermieden werden sollen. Die Auslegeordnung in diesem Kapitel dient auch dazu, in Kapitel 5 die Handlungsmöglichkeiten des Kantons aufzuzeigen.

4.1.1 Elektrische Fahrzeuge

Ausgangslage

Heute fördert der Kanton den Kauf von Elektrofahrzeugen indirekt, indem diese Fahrzeuge von der Verkehrsabgabe befreit sind.

Handlungsbedarf

Der Handlungsbedarf zum Anpassen der Verkehrsabgabe ist in Kapitel 4.2 dargestellt. Darüber hinaus besteht vor allem rechtlicher Handlungsbedarf beim Fördern von Ladestationen bei Privaten und an aufkommensstarken Zielorten. Die Förderung kann dabei zum einen finanziell erfolgen, wozu es eine rechtliche Grundlage braucht. Ferner sind planungsrechtliche Ansätze, wie z.B. Anpassungen bei den Bauvorschriften, möglich.

4.1.2 Öffentlicher Verkehr und Grundangebot

Ausgangslage

Der Kanton Zürich bestellt heute das fahrplanbasierte ÖV-Angebot von Bahn, Bus, Tram und Schiff, das aufgrund der hohen Beförderungsleistung das Rückgrat des ÖV darstellt. Pünktuell wird das Angebot mit On-Demand-Services ergänzt (z.B. Buxi). Mit Anbietenden von weiteren Angeboten auf der ersten und letzten Meile (z.B. Auto-Sharing) bestehen teilweise Tarifpartnerschaften. Das Planen und Bereitstellen der Angebote erfolgt durch die Anbietenden. Zudem werden Pilotprojekte begleitet und unterstützt.

Handlungsbedarf

Um Chancen von neuen Bedarfsangeboten auf der ersten und letzten Meile zu nutzen und Risiken zu vermeiden, muss geprüft werden, ob diese mit dem ÖV koordiniert werden können. Über die tarifarischen Partnerschaften hinaus stellt sich deshalb die Frage nach dem Einbetten von flexiblen Bedarfsangeboten in das Grundangebot des Kantons.

4.1.3 Mobility as a Service

Ausgangslage

MaaS-Angebote bestehen heute nur für ausgewählte Produkte. Konzessionierte Transportunternehmen entwickeln erste Teillösungen (z.B. SBB Smart Way). Neue Anbietende sind nicht aktiv. Grund dafür ist, dass Daten für die Mobilitätsvermittlung nicht allgemein zur Verfügung stehen und der bestehende Regulierungsrahmen entsprechende Angebote verhindert.

Handlungsbedarf

Für MaaS muss der Bund einen Rechtsrahmen schaffen. Dieser definiert, wie offen oder geschlossen der Zugang zu Vertriebsschnittstellen und benötigten Daten (Betriebs-, Preis-, Geo-, Vertriebsdaten) ist. Zudem muss die Zulassung zur Mobilitätsvermittlung geregelt werden. Ferner ist zu regeln, wie Mobilitätsanbieter durch Mobilitätsvermittler entschädigt werden – und auch, ob es Vorgaben für (Mindest-)Transportpreise für Verkehrsteilnehmer gibt. Der Rechtsrahmen wird zurzeit vom Bund erarbeitet. Ziel muss sein, dass der ÖV gegenüber privaten Anbietenden nicht benachteiligt wird. Allfällige Anpassungen kantonaler Bestimmungen können nötig werden.

4.1.4 Urbane Logistik

Ausgangslage

Heute bestehen ansatzweise Pilotprojekte zur City-Logistik im Sinn der vorstehend beschriebenen Anwendung. Es fehlt jedoch noch an Kooperationen der beteiligten Partner und an verknüpften digitalen Plattformen. Daher gibt es z.B. auch keine Gebietskonzessionen o.Ä.

Handlungsbedarf

Handlungsbedarf besteht beim Angebot von diskriminierungsfrei zugänglichen Logistikflächen oder Umschlagplattformen (z.B. diskriminierungsfreier Zugang zu Paketstationen) und beim Entwickeln von Standards zum Datenaustausch über Schnittstellen zwischen verschiedenen Unternehmen (evtl. Normierung). Ferner sind vermehrt Kooperationen innerhalb der Logistikbranche nötig, wobei zu prüfen ist, inwieweit mögliche Kooperationen dem Wettbewerbsrecht entsprechen und Monopole vermieden werden können oder sollen. Der Kanton muss prüfen, ob und wie (zentrale) Flächen für den Güterumschlag bzw. Umschlagmöglichkeiten raumplanerisch gesichert werden können (City-Hubs, Micro-Hubs, Halteflächen, Paketflächen im öffentlichen Raum). Weitere rechtliche Handlungsmöglichkeiten ergeben sich, wenn Regelungen zu Anlieferungen z.B. im Strassenverkehrsgesetz erlassen werden sollten (z.B. Anreize zu Load Pooling).

4.1.5 Verkehrssteuerung und Verkehrslenkung, Automatisierung

Ausgangslage

Die Digitalisierung verbessert die Möglichkeiten für die Verkehrssteuerung und Verkehrslenkung weiter. Sinnvollerweise erfolgt die Verkehrssteuerung übergreifend über die verschiedenen Strassenkategorien (National-, Kantons-, Gemeindestrassen). Zur Verkehrssteuerung und Verkehrslenkung bestehen Vereinbarungen, u.a. die Regionale Leitzentrale Verkehrsraum Zürich (RL-VRZ) und eine Leistungsvereinbarung mit dem ASTRA.

Handlungsbedarf

Mit den weiteren Möglichkeiten zur Verkehrssteuerung ergibt sich auch zusätzlicher Handlungsbedarf, wie mit Zielkonflikten umgegangen wird, wie die Abstimmung zwischen den verschiedenen Strasseneigentümerinnen und -eigentümern erfolgt und wie die Schnittstellen geführt und betrieben werden. Es kann nötig werden, bestehende Vereinbarungen und Kompetenzen anzupassen.

Hinsichtlich der zunehmenden Automatisierung von Fahrzeugen muss der Bund Zulassungsbedingungen entwickeln und Datenschnittstellen regeln. Zudem braucht es einen Regulierungsrahmen bezüglich Zulassungsverfahren für automatisierte Angebote (z.B. Konzessionierung mit Rechten, Pflichten, Besteuerung).

4.1.6 Flugtaxi und Drohnen für den Gütertransport

Ausgangslage

Für die Zulassung von Flugtaxi und für Drohnen für den Gütertransport ist der Bund zuständig. Heute erfolgt die Zulassung mit Einzelgenehmigungen. Der Kanton wird dazu angehört.

Handlungsbedarf

Auf Ebene EU und beim Bund wird ein Rechtsrahmen zur Zulassung und zum Betrieb von Flugtaxi und Drohnen erarbeitet. Aus Sicht des Kantons muss der Rechtsrahmen einen koordinierten Einbezug des Kantons ermöglichen.

4.1.7 Mobility Pricing

Ausgangslage

Mobility Pricing ist laut geltender Bundesverfassung nicht möglich. Zurzeit ist ein Gesetz in Vernehmlassung, das Pilotversuche ermöglichen soll.

Handlungsbedarf

Mobility Pricing erfordert eine Änderung der Bundesverfassung. Der Bund muss klare Kriterien festlegen, z.B. hinsichtlich Zieldefinition, Zuständigkeiten und Finanzierung. Zudem ergibt sich ein rechtlicher Handlungsbedarf bezüglich der Aufgaben und Kompetenzen der verschiedenen Gebietskörperschaften und – je nach Ausgestaltung – auch der Finanzflüsse.

4.1.8 Fazit rechtlicher Handlungsbedarf

Tabelle 1 fasst den rechtlichen Handlungsbedarf nach den Handlungsmöglichkeiten zusammen, wenn die Technologien angewendet werden sollen:

Technologie	(Finanzielle) Förderung Kanton / Anpassung kantonaler Gesetze	Planerische Sicherung Kanton	Vereinbarungen mit anderen Gebietskörperschaften	Regulierungsrahmen auf Ebene Bund
Elektrische Fahrzeuge	X	X		
Erweiterung ÖV mit Sharing				(X)
Mobility as a Service	(X)			X
Urbane Logistik	(X)	X	X	(X)
Verkehrssteuerung und Verkehrslenkung, Automatisierung			X	X
Flugtaxi und Drohnen				X
Mobility Pricing				X

Tabelle 1: Rechtlicher Handlungsbedarf bei der Anwendung der Technologien

(x) bedeutet mittelbarer Handlungsbedarf, z.B. weil zunächst der Bund gefordert ist oder wegen sonstiger Abhängigkeiten ohne Einflussnahme seitens Kanton.

4.2 Finanzieller Handlungsbedarf

4.2.1 Ausgangslage

Strassenfonds

Der Strassenfonds deckt die laufenden und die Investitionsausgaben für die Kantonsstrassen. Er wird finanziert über die kantonalen Verkehrsabgaben (rund 70%) und die Kantonsanteile an Bundesabgaben (vor allem Mineralölsteuer, LSVA, rund 30%). Die Einnahmen belaufen sich heute auf 450 Mio. Franken. Die Erträge der kantonalen Verkehrsabgabe liegen bei 331 Mrd. Franken (Rechnung 2019). Insgesamt beträgt der Fondsbestand rund 1,4 Mrd. Franken. Dem stehen aber noch nicht abgeschriebene Ausgaben für Strasseninfrastrukturen von rund 1,9 Mrd. Franken gegenüber, die durch allgemeine Staatsmittel vorfinanziert werden. Künftig – nach Inkrafttreten der Änderung des Strassengesetzes – werden 20% der Einlagen (rund 80 Mio. Franken) an die Gemeinden fließen.

Die kantonale Verkehrsabgabe orientiert sich am Hubraum und am Gesamtgewicht. Für Fahrzeuge der Energieeffizienzkategorie A und B gibt es Rabatte für drei Jahre: 80% bzw. 50%. Fahrzeuge mit vollständigem Elektroantrieb sind von der Verkehrsabgabe befreit.

ÖV-Finanzierung

Die jährlichen Rahmenkredite decken die laufenden Ausgaben des ZVV. Für 2021 beträgt der Rahmenkredit 336 Mio. Franken, bei einem budgetierten Aufwand von 1045 Mio. Franken und Verkehrserträgen bzw. Finanzierung von Dritten von 709 Mio. Franken. Gemäss Strategie des ZVV steigt der Rahmenkredit bis 2025 auf 381 Mio. Franken an.

Zur Finanzierung der kantonalen ÖV-Investitionen fließen jährlich 70 Mio. Franken in den Verkehrsfonds. Der Fondsbestand beträgt Ende 2019 849 Mio. Franken.

Weitere Finanzierungen

Gemäss § 28 des Strassengesetzes (LS 722.1) stellt der Kantonsrat zum Bau des Velowegnetzes auf der Grundlage der regionalen Richtpläne jährlich mindestens 10 Mio. Franken entsprechend dem Stand des zürcherischen Baukostenindex vom 1. Dezember 1986 im Budget ein. Der Betrag verändert sich gemäss Entwicklung des Indexes.

Für die Projekte in den Agglomerationsprogrammen erhalten Kanton und Gemeinden Gelder aus dem Nationalstrassen- und Agglomerationsverkehrsfonds (NAF).

Strategie GVK 2018

Die Strategie bestätigt grundsätzlich die kantonalen Finanzierungsgefässe und setzt folgende Stossrichtungen:

- Stärkere Koordination der Verkehrsträger
- Hohe Wirtschaftlichkeit
- Verstärkte Nutzerfinanzierung
- Stärkerer Beitrag zur Verkehrslenkung

4.2.2 Entwicklungen und Potenziale

Einnahmen und Ausgaben Strasse

Mit der zunehmenden Elektrifizierung (vor allem bei Autos und leichten Nutzfahrzeugen) sinkt auch das Einnahmensubstrat, wenn die Verkehrsabgaben nicht angepasst werden. Dies betrifft einerseits sinkende Mineralölsteuereinnahmen des Bundes, andererseits die entgangenen Einnahmen aufgrund der heutigen Befreiung von Fahrzeugen mit rein elektrischem Antrieb. Die Rabattierung der Energieeffizienzklasse A und B beeinträchtigt hingegen die Einnahmen wenig, solange ihr Anteil nicht signifikant steigt, weil die Klassifizierung laufend angepasst wird und die Rabattierung nur befristet gilt.

Mit einer zunehmenden Zahl von Sharing-Fahrzeugen steigt die spezifische Kilometerleistung pro Fahrzeug, sinkt aber der Fahrzeugbestand. Es ist zu erwarten, dass dieser Effekt ebenfalls einen leicht dämpfenden Einfluss auf die Entwicklung der für den Strassenfonds relevanten Einnahmen hat.

Die Widerstände gegen Strassenausbauten und die neuen Anforderungen und Möglichkeiten der Kapazitätssteuerung dürften dazu führen, dass sich die Ausgaben für den Strassenbau vor allem auf Anpassungen und Erneuerungen sowie den betrieblichen Unterhalt beziehen. Erneuerungsinvestitionen können jedoch sehr aufwendig sein, weil sie immer mehr Ansprüchen gerecht werden müssen (Lärmschutz, Stadtreparatur usw.). Gleichzeitig erhöht sich der Bedarf für grössere Investitionen in die digitale Infrastruktur und die Ausrüstung von Ladestationen.

Der Finanzbedarf für den Ausbau der Veloinfrastruktur und z.B. Entflechtungsmassnahmen an Knoten wird weiterhin gross bleiben, er wird unter Berücksichtigung der politischen Prioritäten sogar noch zunehmen.

Fazit: Kurzfristig gibt es vor allem einen Anpassungsbedarf bei der Verkehrsabgabe bezüglich der Förderung energieeffizienter Fahrzeuge (Umgang mit Elektromobilität), der Finanzierung der digitalen Strasseninfrastruktur (Beeinflussungssysteme, Regionale Verkehrssteuerung [RVS]) und der Veloinfrastruktur.

Einnahmen und Ausgaben ÖV

Die Einnahmen hängen von der Tarifentwicklung ab. Nach wie vor wird dem Verbundeffekt eine hohe Priorität eingeräumt. Dies führt dazu, dass die Einnahmenentwicklung proportional zur Frequenzentwicklung verläuft. Mit der Covid-19-Pandemie ergaben sich hier kurzfristig Einbrüche. Dies kann auch anhaltende Verhaltensänderungen erzeugen, wenn infolge der Pandemie vor allem der Geschäftsreiseverkehr (mit hohen Margen) abnimmt, da vermehrt Reisen durch digitale Konferenzangebote ersetzt werden, und so eine Ertragserosion auslöst. Ebenfalls ist zu erwarten, dass eher digitale nutzungsorientierte Tarifierung (z.B. Lezz-go, Fairtiq) zunehmen.

Die ZVV-Strategie zeigt auf, dass der Finanzierungsbedarf in den nächsten Jahren aufgrund der geplanten ÖV-Ausbauten, vor allem Tramnetz über die Stadtgrenzen hinaus, zunimmt.

Längerfristig sind weitere grössere Investitionen unabdingbar. Dies gilt sowohl für die S-Bahn (S-Bahn 2G) und das Tramnetz (Entflechtungen und Direktverbindungen in der Stadt, Zürich Nord – Glattal) als auch für die Flotte (rasche Umrüstung der Busflotte auf E-Busse). Hinzu kommen Investitionen in die Digitalisierung, vor allem bei der Erneuerung der Leitsysteme und der Vernetzung zwischen On-Demand-Angeboten und fahrplangebundenem ÖV. Bei den neuen On-Demand-Angeboten gilt es, zu klären, wo die Grenzen zwischen Kollektiv- und Privatangeboten liegt.

Fazit: Kurzfristig dürften die Herausforderungen vor allem in der Finanzierung der pandemiebedingten Einbrüche liegen, die aber kaum das ÖV-Finanzierungssystem als Ganzes tangieren. Tarifierhöhungen dürften aber weiterhin relevant bleiben. Das ÖV-Tarifsystem und Tarifsysteme weiterer Mobilitätsangebote müssen in geeigneter Weise kombiniert werden, es braucht vermehrt Anreize zu nutzungsabhängigen Tickets, um die Auslastung besser zu steuern (Brechen von Verkehrsspitzen).

Bundesaktivitäten

Mit dem BIF und dem NAF (inkl. Agglomerationsfinanzierung) hat der Bund längerfristige Finanzgefässe geschaffen. Mit den zunehmenden Kapazitätsproblemen auf Autobahnen und der zu erwartenden Ertragserosion bei den Mineralölsteuern (MinöSt) aufgrund der zunehmenden Elektromobilität ergibt sich ein Handlungsbedarf: Das Finanzierungssystem muss angepasst werden. Es ist zu erwarten, dass spätestens ab 2030 die Finanzierung problematisch wird.

Der Bund vertieft dazu Mobility Pricing als künftige nutzerorientierte Besteuerung. Während zu Beginn der Fokus auf dem Lenkungsaspekt lag (Brechen von Verkehrsspitzen), verschiebt er sich zusehends auf das Sichern der Einnahmen, unter Beibehalten der Anreizwirkung für die Reduktion von CO₂-Emissionen. Als Standardmodell zeichnet sich eine flächendeckend kilometerabhängige Besteuerung ab, die flottenseitig (Differenzierung nach CO₂-Ausstoss bzw. Energieeffizienz) und örtlich (Differenzierung nach Verkehrsspitzen) variiert werden kann. Dabei stellen sich vier Kernfragen:

- Welche der heutigen Bundesabgaben (MinöSt, Nationalstrassenabgabe, Verkehrssteuer) soll durch eine Kilometerabgabe ersetzt werden?
- Wie kann sichergestellt werden, dass die hohe ökologische Anreizwirkung der MinöSt erhalten bleibt? Wie lassen sich E-Fahrzeuge besteuern, ohne dass die Anreizwirkung ausgehebelt wird?
- Ist es sinnvoll, auch die kantonalen Abgaben einzubeziehen und nutzungsabhängig auszugestalten?
- Inwieweit ist ein Abstimmen mit der ÖV-Tarifierung notwendig und sinnvoll?

Potenziale Digitalisierung

Die Digitalisierung hat Auswirkungen sowohl auf den künftigen Ausgabenbedarf (mehr Software statt Hardware) als auch auf die Besteuerungssysteme selbst (Online-Erfassung der Leistung und des Fahrzeugs, Apps, integrierte Tarifierung, neue Geschäftsmodelle dank Digitalisierung). Vor allem die Modernisierung der Besteuerungssysteme führt zu Potenzialen für eine verursachergerechtere Nutzerfinanzierung und die kundenorientierte Integration von Systemen. Die Transaktionskosten dürften damit deutlich sinken. Dabei muss allerdings sichergestellt werden, dass keine Rebound-Effekte entstehen.

4.2.3 Herausforderungen

Die Herausforderungen liegen weniger bei den Finanzierungsgefässen des Kantons und des Bundes, da diese etabliert sind, sondern vielmehr bei folgenden Aspekten:

1. Anpassen der Strassenabgaben hin zu einer nutzer- und anreizorientierten Finanzierung, die vermehrt auslastungsabhängig (Netze, allenfalls Fahrzeug) ausgestaltet wird. Dabei müssen auch beim Erfassen die Digitalisierungspotenziale genutzt werden.
2. Unterstützen der Energiewende, indem die heutige Befreiung von E-Fahrzeugen durch ein dynamisches Anreizsystem abgelöst wird, das auch dazu beiträgt, die dazu notwendige Infrastruktur (Ladestationen) zu finanzieren.
3. Sicherstellen der finanziellen Mittel für die Ausgaben für das Velowegnetz, vor allem Veloschnellrouten (direkt, entflochten)
4. ÖV-Angebote mit weiteren Mobilitätsangeboten kombinieren und optimieren

5 Strategie und Handlungsprogramm

5.1 Zielbeiträge und Übersicht strategische Themenfelder

Um das GVK umsetzen zu können, braucht es eine Vielzahl von verkehrs- und raumplanerischen Handlungsansätzen und Massnahmen (siehe Kapitel 1). DiNaMo fokussiert auf die Digitalisierung. Der strategische Grundsatz lautet dabei: Der Kanton ist Vorbild, er setzt Rahmenbedingungen sowie Anreize und fördert befristet und unterstützt falls nötig auch in finanzieller Hinsicht. Letzteres in erster Linie, um das Umstellen auf die Elektromobilität zu beschleunigen.

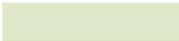
In Kapitel 3 wurden die Chancen, Risiken und Wirkungspotenziale verschiedener Handlungsansätze im Bereich Digitalisierung und nachhaltiger Mobilität dargestellt. Darauf basierend lassen sich sieben strategische Stossrichtungen formulieren, die gleichzeitig Zielbeiträge von DiNaMo hinsichtlich der fünf Ziele des GVK 2018 darstellen. Das Zuweisen der Stossrichtungen zu den Zielen und Zielbeitragsbereichen des GVK (vermeiden, verlagern, verträglich ausgestalten) ist teilweise fließend und im Sinn einer Hauptzuordnung zu verstehen. Die Zielbeiträge A bis F sind nicht als Rangfolge gedacht, sondern gehorchen einer inhaltlichen Logik.

Ziele GVK	Zielbeitrag DiNaMo	Vermeiden	Verlagern	Verträgliche ausgestalten ¹⁾
1. Optimieren des Verkehrsangebots	G) Digitale Prozesse, Kommunikations- und Arbeitsformen zur Verkehrsvermeidung nutzen	B) Multimodale Mobilitätsangebote vernetzen und Kollektivverkehr flexibilisieren		D) Güterverkehr effizienter abwickeln, vor allem in dicht besiedelten Gebieten
2. Steuern der Verkehrsnachfrage		C) Steuerungs- und Lenkungssysteme aktiver nutzen und Kommunikationsinfrastrukturen ausbauen (v-to-x, v-to-v)		
3. Verbessern der Verkehrssicherheit		E) Verkehrsräume effizient und dynamisch nutzen		
4. Vermindern des Ressourcenverbrauchs und der Belastung von Mensch und Umwelt		A) CO ₂ - und lärmarmen Strassenverkehr fördern		
5. Sicherstellen der Wirtschaftlichkeit und Finanzierbarkeit		F) Nutzerabhängige und gesamtverkehrliche Pricing-Systeme ermöglichen		

¹⁾ d.h. Optimierung/Effizienzsteigerung innerhalb eines Verkehrsträgers

Abbildung 10: Zielbeiträge von DiNaMo hinsichtlich der Ziele des GVK 2018

In den folgenden Kapiteln werden die strategischen Stossrichtungen in den sieben Themenfeldern, das jeweilige Handlungsprogramm sowie der damit verbundene rechtliche und finanzielle Handlungsbedarf dargelegt. Dabei wird jeweils zwischen zwei strategischen Horizonten unterschieden: kurz-/mittelfristig (bis etwa 2030) und längerfristig (2030–2040). Gleichzeitig werden bei den Massnahmen drei Priorisierungsstufen verwendet:

	geringe Priorität
	mittlere Priorität
	hohe Priorität

5.2 A) CO₂- und lärmarmen Strassenverkehr fördern

In diesem Themenfeld geht es in erster Linie um das Fördern der Elektrifizierung des Verkehrs, im öffentlichen und privaten sowie im Personen- und Güterverkehr. Mit der Elektrifizierung können sowohl Energie- und Luftschadstoffemissionen als auch Lärmimmissionen deutlich gesenkt werden. Die strategischen Stossrichtungen lauten wie folgt:

Kurzfristige Stossrichtungen:

- Einrichtungen der öffentlichen Hand (z.B. Verwaltungsgebäude, Gesundheits- und Bildungseinrichtungen) übernehmen eine Vorbildfunktion und werden beschleunigt mit Ladestationen ausgestattet.
- Der Kanton prüft verstärkte Vorgaben zur Ausrüstung mit E-Mobilitätsinfrastrukturen im Rahmen der Planungs- und Baugesetzgebung. Bei der Erneuerung seiner Fahrzeugflotte setzt er wo möglich und sinnvoll elektrisch angetriebene Autos ein.
- Kernelement ist ein befristetes Förderprogramm für (Schnell-)Ladestation, differenziert nach Nutzergruppen und finanziert über einen neu zu schaffenden Rahmenkredit. Im Rahmen des Entwurfs dieses Förderprogramms und der dazugehörigen Massnahmen wird der Fokus nicht allein auf die Stationen gerichtet, sondern die gesamte erforderliche Ladeinfrastruktur und z.B. auch die Auswirkungen auf die Versorgungsnetze werden einbezogen.
- Die Entwicklung neuer nachhaltiger Technologien mit weniger Marktreife (vor allem Wasserstoffantriebe für den Nutzverkehr) wird über Pilotprojekte und Forschungs Kooperationen gefördert. Die Finanzierung läuft ebenfalls über den Rahmenkredit.

Mittelfristige Stossrichtungen:

- Die kantonale Verkehrsabgabe wird mittelfristig angepasst, um die kantonalen Einnahmen zu sichern. Bei der Gelegenheit werden gleichzeitig effiziente Antriebsformen⁶ stärker gefördert, ohne den MIV unnötig zu subventionieren (mit unerwünschten Modal-Split-Effekten).

Längerfristige Stossrichtungen:

⁶ Effiziente Antriebsformen sind nicht auf eine bestimmte Technologie begrenzt. Die Kriterien müssen noch definiert werden. Orientierungsgrösse ist die Energieetikette des Bundes. Elektrofahrzeuge haben deutliche Vorteile gegenüber rein fossilbetriebenen Antrieben. Innerhalb der E-Mobilität gibt es aber ebenfalls bedeutende Unterschiede (BEV, PHEV, HEV, FCEV). Beschlüsse zum CO₂-Gesetz müssen berücksichtigt werden. Das Bonus-Malus-System sollte rund alle zwei bis drei Jahre angepasst werden. Dazu wäre es gut, die Anpassung müsste nicht auf Gesetzesstufe erfolgen, sondern könnte durch den Regierungsrat z.B. mittels Verordnung beschlossen werden.

- Abhängig von der weiteren Marktentwicklung werden die Förderprogramme angepasst oder erweitert (vor allem Wasserstoff-Ladestationen).

Das Handlungsprogramm im Themenfeld A sieht kurz-/mittelfristig vier Massnahmen gemäss folgender Zusammenstellung vor:

Zielbeitrag/ Strategie	Massnahme	Beschreibung	Rechtl./finanz. Handlungsbedarf	Federführung	Umsetzung ¹⁾ und Priorität
A. CO₂- und lärmarmen Strassenverkehr fördern	A.1 Förderprogramm E-Ladestationen	Befristete finanzielle Förderung von Ladestationen z.B. in Mehrfamilienhäusern oder im öffentlichen Raum. Pilotprojekte zur befristeten Unterstützung von Innovationen für eine CO ₂ -freie Mobilität (z.B. H ₂ -Technologie).	Neuer Rahmenkredit und Abstimmung mit kant. Verkehrsabgabe evt. Leistungsvereinbarung mit Energieversorger	AFM (Rahmenkredit / Motion) BD (Umsetzung)	2022/23
	A.2 Umgestaltung kantonale Verkehrsabgabe	a) Umwandlung des E-Fahrzeug-Rabatts in ein System, das die Umwelteffizienz (Energie- und Lärm) berücksichtigt. b) Anpassungen auf Verordnungsebene ermöglichen (v.a. bei Aktualisierungen Bund zu Energieeffizienzklassen).	Revision Verkehrsabgabengesetz (VAG)	StVA/AFM	2025
	A.3 Verpflichtung E-Ladestationen bei kantonalen Einrichtungen und der kantonalen Fahrzeugflotte	Kantonale Weisung (ergänzend zur Umrüstung kant. Fahrzeugflotten).	evt. Teilrevision Planungs- und Baugesetz (PBG) und Rahmenkredit zur Erneuerung der Fahrzeugflotte	BD/AFM/SD	2021-25
	A.4 Dekarbonisierung ÖV	Umsetzung der Dekarbonisierungsstrategie ZVV.	Aufnahme in Strategie ZVV	ZVV	laufend

¹⁾ Die Jahreszahlen geben an, bis wann die jeweilige Massnahme substantiell vorangetrieben sein sollte.

Um das Handlungsprogramm im Themenfeld A umsetzen zu können, besteht folgender rechtlicher und finanzieller Handlungsbedarf:

- Es muss ein neuer (befristeter) Rahmenkredit zur Finanzierung des Förderprogramms geschaffen werden, basierend auf der geltenden Rechtsgrundlage, um möglichst rasch handeln zu können. Das Förderprogramm ist differenziert ausgestaltet, wobei verschiedene Parameter zu definieren sind: maximales Investitionsvolumen, Zeitraum, Ziel- bzw. Nutzergruppen, Verhältnis direkte finanzielle Beiträge zur Verpflichtung von Gemeinden, Prüfen von Leistungsaufträgen für Elektrizitätswerke usw.
- Das kantonale Verkehrsabgabengesetz ist mit folgender Stossrichtung zu prüfen: Sicherstellen der Einnahmen und Umwandeln des E-Fahrzeug-Rabatts in ein technologieneutrales System für energieeffiziente Fahrzeuge.
- Eine Teilrevision des Planungs- und Baugesetzes ist mit folgender Stossrichtung zu prüfen: Ausrüstungsvorschriften für Ladestationen bei öffentlichen und privaten Bauten mit unterschiedlichen Nutzungen.

5.3 B) Multimodale Mobilitätsangebote weiterentwickeln

Die Potenziale der Digitalisierung müssen genutzt werden, um die Transportketten im kollektiven Verkehr des Kantons Zürich zu stärken. Der fahrplangebundene ÖV mit seinen hohen Beförderungsleistungen und Bündelungsvorteilen ist das Kernelement des kollektiven Verkehrs und wird es auch in naher Zukunft bleiben. Mittel- bis langfristig soll eine Erhöhung

der Verkehrsnachfrage im kollektiven Verkehr durch eine Verbesserung im herkömmlichen ÖV und Verbesserungen auf der ersten und letzten Meile erzielt werden. Folgende strategische Stossrichtungen sind vorgesehen:

Kurz-/mittelfristig:

- Kooperationen mit Anbietenden neuer Transportmittel und Angebotsformen, z.B. in Form von Tarifpartnerschaften mit Sharing-Anbietenden inkl. Velo/Mikromobilität.
- Weiterer Ausbau von Mobilitätsdrehscheiben und Prüfung, ob Sharing-Angebote Teil des Grundangebots werden sollen
- Punktuelle Ergänzung des ÖV-Angebots mit flexiblen Angebotsformen
- Prüfen der Potenziale verbesserter Check-in-/Check-out-Möglichkeiten für Tarifierungsvarianten; vor allem vor dem Hintergrund, dass auch in einer nach der Pandemie aufgrund von Homeoffice und Videokonferenzen weniger häufig gereist wird und z.B. Jahresabonnemente weniger attraktiv sein werden. Hier müssen neue Angebote geprüft werden (siehe strategische Stossrichtung F.1).

Längerfristig:

- Vermehrt nutzungsabhängige Preise, zeitlich und räumlich differenziert; dabei gilt, dass der Rückfluss der erhobenen Mittel in den Kanton Zürich gewährleistet sein muss
- Weitere Ergänzung von On-Demand-Angeboten mit Automatisierung schwerpunktmässig im ländlichen Raum und in Randzeiten
- Zulassungsregeln für das Bereitstellen von automatisierten kollektiven Angeboten und Umgang mit privaten On-Demand-Angeboten (z.B. Robotaxis mit Pooling-Angeboten)

Das Handlungsprogramm im Themenfeld B sieht vier Massnahmen gemäss folgender Zusammenstellung vor:

Zielbeitrag/ Strategieansatz	Massnahme	Beschreibung	Rechtl./finanz. Handlungsbedarf	Federführung	Umsetzung und Priorität
B. Multimodale Mobilitätsangebote weiter entwickeln	B.1 Prüfen Kooperation mit Anbietenden neuer Transportmittel und Angebotsformen	A) Ausbau tarifischer Partnerschaften ZVV mit privaten Anbietenden in den Bereichen Sharing, Pooling, Mikromobilität; B) Prüfung Sharing, Pooling, Mikromobilität als Grundangebot (Planung und Bereitstellung)	A) keiner B) zu prüfen	ZVV	2025
	B.2 Punktuelle Ergänzung des ÖV mit flexiblen Angebotsformen	Ausweitung von On-Demand-Angeboten	keiner	ZVV	2030, laufend
	B.3 Entwicklungen bei multimodalen Angeboten (z.B. MaaS) prüfen und ggf. fördern	Prüfung und punktuelle Ergänzung des ÖV-Angebotes mit flexiblen Angebotsformen	keiner	ZVV/AFM	2025, laufend
	B.4 Vorbereitung auf automatisiertes Fahren im Kollektivverkehr	A) Umgang mit neuen Angebotsformen (z.B. Robotaxi) B) Entwicklung beobachten, z.B. bzgl. Potenziale zur Effizienzsteigerung	keiner	AFM//ZVV	2030

Um das Handlungsprogramm im Themenfeld B umsetzen zu können, besteht folgender rechtlicher und finanzieller Handlungsbedarf:

- Tarifarische Partnerschaften mit privaten Anbietenden werden durch den ZVV laufend geprüft und allenfalls ausgebaut. Dies kann ohne rechtliche und finanzielle Anpassungen erfolgen.
- Der ZVV prüft, ob neue Angebote als Teil des Grundangebots gelten können und inwieweit entsprechende Angebote das ÖV-Angebot sinnvoll und wirtschaftlich ergänzen oder ersetzen können – und wie sich Synergien zu einem bestehenden ÖV-Angebot nutzen lassen. Allfälliger rechtlicher oder finanzieller Handlungsbedarf wird aufgezeigt.

- On-Demand-Angebote sind heute noch unwirtschaftlich, mit automatisierten Fahrzeugen könnte sich dies aber ändern. Punktuelle Ergänzungen des bestehenden Angebots (flexible Routen, Bedarfsfahrplan) sind im Einzelfall bereits heute mit konventionellen Fahrzeugen möglich, d.h. ohne rechtlichen Anpassungsbedarf. Prüfung, Entscheid und Finanzierung erfolgen laufend im Rahmen des bestehenden Planungs- und Bestellverfahrens. Anknüpfungspunkte sind Angebote im ländlichen Raum, Quartierangebote für ausgewählte Segmente oder Nachtangebote.
- Der Rechtsrahmen für MaaS wird vom Bund erarbeitet. Der Kanton entwickelt seine Position zum Rechtsrahmen und klärt seine Rolle in der Mobilitätsvermittlung. Der Kanton setzt sich dafür ein, dass die kantonalen verkehrspolitischen Anliegen und Steuerungsmöglichkeiten im Rechtsrahmen berücksichtigt werden.
- Der Kanton bereitet sich auf das automatisierte Fahren im kollektiven Verkehr vor. Das AFM prüft den Umgang mit neuen Angebotsformen, wie z.B. Robotaxis privater Anbietenden. Der ZVV beobachtet die Entwicklung hinsichtlich des ÖV, z.B. bezüglich der Potenziale zur Effizienzsteigerung und Kosteneinsparung. Allfälliger rechtlicher und finanzieller Handlungsbedarf wird aufgezeigt.

5.4 C) Steuerungs- und Lenkungssysteme aktiver nutzen

Intelligente Transportsysteme (ITS) optimieren das Nutzen der Infrastruktur, indem sie den Verkehr gezielt steuern und den Verkehrsfluss verbessern. ITS sind im Kanton Zürich bereits verbreitet im Einsatz. Mit der RL-VRZ besteht seit 2011 auch eine betrieblich gut funktionierende Organisationseinheit. Diese hat einerseits zum Ziel, das Verkehrsmanagement und das Steuern der Nationalstrassen im Raum Zürich im Auftrag des ASTRA durchzuführen. Andererseits besteht der Anspruch, das Verkehrsmanagement auf dem gesamten Netz weiterzuentwickeln. Hier setzen auch die strategischen Stossrichtungen von DiNaMo an, weitere Möglichkeiten der Digitalisierung zu nutzen:

Kurz-/mittelfristige Stossrichtungen:

- Die planerisch-strategische Verkehrssteuerung bzw. das strategische Setzen von Themenschwerpunkten wird gestärkt. Dazu gehören stringenteres Steuerungsziele, der Umgang mit Zielkonflikten an den Schnittstellen und ein aktiveres Abstimmen zwischen den Eigentümerinnen und Eigentümern der Strassennetze (Bund, Kanton, Gemeinden).
- Multimodale Informations- und Lenkungssysteme und die dazu notwendige ICT-Kommunikationsinfrastruktur werden ausgebaut:
 - Die infrastrukturseitigen Kommunikationssysteme (I2V, I2X) werden bedarfsgerecht weiter ausgebaut.
 - Die fahrzeuggesteuerten Daten (V2V) sollen breit genutzt und möglichst in andere Informationssysteme integriert werden können. Dazu müssen öffentlich-private Kooperationen und die Zusammenarbeit mit spezialisierten Forschungseinrichtungen intensiviert werden.
- Öffentliche betriebsrelevante Daten (Baustellen-, Unfallmanagement usw.) müssen noch konsequenter in Navigations-/Informationssysteme einfließen.

Längerfristige Stossrichtungen:

- Die ITS werden mit den Systemen zur Organisation eines Mobility Pricing gekoppelt.
- Der Effizienz- und Sicherheitsgewinn des Automatisierens der Fahrzeuge wird konsequent genutzt und die Verkehrsräume werden dynamischer betrieben (fliessender und ruhender Strassenverkehr).

Das Handlungsprogramm im Themenfeld C sieht kurz-/mittelfristig drei Massnahmen gemäss folgender Zusammenstellung vor:

Zielbeitrag/ Strategieansatz	Massnahme	Beschreibung	Rechtl./finanz. Handlungsbedarf	Federführung	Umsetzung und Priorität
C. Steuerungs- und Lenkungssysteme aktiver nutzen	C.1 Kantonale Gesamtstrategie Verkehrssteuerung	Planerisch-strategische Ziele / Agenda der Verkehrssteuerung konkretisieren und Umgang mit Zielkonflikten definieren (Schnittstellen); Abstimmung zwischen Strasseneigentümern intensivieren (Bun, Kanton, Städte); Organisation stärken (Geschäftsstelle RL VRZ, Weiterentwicklung umfassendes RVS ZH) und Investitionsprogramm aufstellen.	Anpassung Vereinbarung RL VRZ; Anpassung LV mit dem ASTRA; Prüfung Anpassung Kompetenzen der Gebietskörperschaften	AFM	ab 2021
	C.2 Ausbauprogramm Kommunikationsinfrastruktur	Netzbasierte ICT-Infrastruktur (V2X) weiter ausbauen, basierend auf den Schwerpunkten der Verkehrssteuerungsstrategie (C.1); Nutzung fahrzeuggesteuerter Daten prüfen in Kooperation mit F&E; Aufbau multimodaler Informationssysteme aktiv unterstützen (Open Government Data).	Rechtsrahmen Nutzungsrechte Fahrzeugdaten evt. Investitionskredit ICT-Infrastrukturen	AFM (Regulierung) TBA (Umsetzung)	2025
	C.3 Strategie und Rahmenbedingungen für automatisiertes Fahren	Zulassungsbedingungen für Fahrzeuge (untersch. AF-Levels) sowie weitere ICT-Ausstattungen der Strasseninfrastrukturen klären (in Abstimmung mit Bund); Raumstrategie und ggf. Raumsicherung (Pick-up-Zonen, Sicherheitszonen usw).	Anpassung Eidg. Strassenverkehrsgesetz (SVG) ev. Anpassung kant. Strassengesetz (StrG)	AFM (Regulierung) TBA (Umsetzung)	2030

Um das Handlungsprogramm im Themenfeld C umsetzen zu können, besteht folgender rechtlicher und finanzieller Handlungsbedarf:

- Die Vereinbarung der RL-VRZ muss angepasst werden, damit neben den betrieblichen Abläufen die planerisch-strategischen Handlungskompetenzen gestärkt werden. In diesem Zusammenhang ist es nötig, auch die Leistungsvereinbarung mit dem ASTRA zu prüfen sowie die Handlungskompetenzen in Richtung umfassende RVS im Kanton Zürich auszuweiten. Eine erweiterte Organisationseinheit erfordert auch zusätzliche Investitionsmittel.
- Hinsichtlich des vermehrten Nutzens von Fahrzeugdaten gibt es umfassenden rechtlichen Handlungsbedarf. Dazu sind die Möglichkeiten des Kantons aber begrenzt, weil es um private Daten geht. Es braucht eine nationale und internationale Massnahme, wofür sich der Kanton beim Bund einsetzt.
- Hinsichtlich Rahmenbedingungen des automatisierten Fahrens besteht ebenfalls umfassender Regulierungsbedarf. Hier ist jedoch zunächst der Bund gefordert (Zulassungen, technische Anforderungen an Fahrzeuge und Infrastrukturen usw.). Der Kanton Zürich muss diese Aktivitäten eng begleiten, aber erst danach das kantonale Strassengesetz anpassen.

5.5 D) Güterverkehr effizienter abwickeln, insbesondere in städtischen Gebieten

Die Digitalisierung ermöglicht das stärkere Bündeln von Güterströmen, vor allem bei der Belieferung dicht besiedelter städtischer Räume. Gleichzeitig fördert die Digitalisierung – vor allem durch vermehrten E-Commerce – auch den Lieferverkehr, was durch die Covid-19-Pandemie zusätzlich beschleunigt wurde. Das Anliefern, Bündeln und Feinverteilen kann im Verbund verschiedener Verkehrsträger mittels City-Logistik deutlich nachhaltiger gestaltet werden als bisher. Neue Hubsysteme (integrierte Umschlagstandorte) und durch Digitalisierung optimierte betriebliche Abläufe (Fracht-Pooling, Datenaustausch, Prognosen von Zustellzeiten, Auslastungen usw.) steigern die Effizienz. Hier setzen die strategischen Stossrichtungen von DiNaMo an:

Kurz-/mittelfristige Stossrichtungen:

- Das Bereitstellen, die Disposition und das dezentrale Verteilen soll über ein neu zu schaffendes, privatwirtschaftlich betriebenes (City-)Logistik-Hubsystem effizienter gestaltet werden. Die Feinverteilung in den städtischen Kernzonen soll möglichst mit nachhaltigen Verkehrsmitteln erfolgen. Dazu muss zunächst eine City-Logistik-Strategie zwischen den verschiedenen öffentlichen und privaten Akteurguppen erarbeitet werden. Die Städte und Gemeinden müssen eng einbezogen werden.
- Für ein solches Hubsystem muss die Standortsicherung und -planung im kantonalen Richtplan vorgenommen werden.
- Die Plan- und Bewilligungsverfahren müssen für betriebliche Auflagen für die Ver- und Entsorgung an zentralen Lagen und grossen Einrichtungen genutzt werden. Vor allem bei grossen Überbauungen im urbanen Raum sollen unterirdische Anlieferungen und multifunktionale Verteilpunkte systematisch geprüft werden.
- Hinsichtlich Anlieferungen müssen die Rahmenbedingungen der Strassengesetzgebung geprüft werden (Umgang Nachtfahrverbot, Masse/Gewichte, Antriebsarten usw.). Dazu gehören auch allfällige Gebietskonzessionen für gebündelte Anlieferungen (Feinverteilung über einen Anbietenden, Zuständigkeit bei Städten und Gemeinden).
- Es gilt, sinnvolle Anwendungen für Drohnenkuriere zu unterstützen (z.B. im Medizinalbereich, Kurierdienste, Bauwesen usw.) und die Regelungen für einen nachhaltigen und sicheren Betrieb aufeinander abzustimmen (siehe Themenfeld E).

Längerfristige Stossrichtungen:

- Geprüft werden müssen die allfällige Mitfinanzierung oder andere Unterstützungsmöglichkeiten im Sinn einer Anreizfunktion von City-Logistik-Infrastrukturen (analog Anschlussgleise; aber auch Baurechtsverträge, Auflagen bei grossen Überbauungen usw.).
- Für automatisierte Zustellroboter und selbstfahrende mobile Paketstationen müssen die Zulassungsbedingungen, betrieblichen Auflagen und organisatorische Anpassungen im Strassenraum geprüft werden.
- Das Umsetzen von privatwirtschaftlichen Konzepten (z.B. Cargo sous terrain) via Planungsrecht und Bewilligungen muss in Zusammenarbeit mit den Gemeinden geprüft und unterstützt werden.

Das Handlungsprogramm im Themenfeld D sieht kurz-/mittelfristig vier Massnahmen gemäss folgender Zusammenstellung vor:

Zielbeitrag/ Strategieansatz	Massnahme	Beschreibung	Rechtl./finanz. Handlungsbedarf	Federführung	Umsetzung und Priorität
D. Güterverkehr effizienter abwickeln, vor allem in städtischen Gebieten	D.1 City-Logistik-Strategie (Public Private Partnership)	Prozess lancieren zwischen öffentlicher Hand (Einbezug der Gemeinden) und Logistikbranche zwecks Strategieerarbeitung und Handlungsprogramm (Hubstrategie, Betriebsmodelle, Anlieferungskonditionen usw.).	(ev. Teilrevision Eidg. Strassenverkehrsgesetz SVG; Anlieferungen, Nachfahrverbot, Antriebsarten usw.)	AFM	2025
	D.2 Raumsicherung Logistik-Hubs	Standortsicherung im kantonalen Richtplan (basierend auf GVLK Kt. ZH und City-Logistik-Strategie D.1); Bezug schaffen zu Cargo-Sous-Terrain.	Anpassung Kant. Richtplan	ARE/ AFM	2030
	D.3 Regulierungsrahmen für Betrieb von Logistik-Hubs	Anpassung, um das Umsetzen von integralen und kollektiv nutzbaren Ver- und Entsorgungsflächen sowie von flächensparender (unterirdischer) Nutzung zu ermöglichen.	ev. Teilrevision Planungs- und Baugesetz (unterird. Anlieferung)	AFM / ARE	2030
	D.4 Regulierungsrahmen für automatisierten Güterverkehr / Logistik	Zulassungsbedingungen für autom. Fahrzeuge, Konzessionen für Feinverteilung, betriebliche Anpassungen Strassenraum, Raumsicherungen usw.	ev. Revision Eidg. Strassenverkehrsgesetz (SVG)	AFM / TBA	2030

Um das Handlungsprogramm im Themenfeld D umsetzen zu können, besteht folgender rechtlicher und finanzieller Handlungsbedarf:

- Grundsätzlich können viele Optimierungen im Bereich der City-Logistik bereits aufgrund der heutigen Rechtsgrundlagen optimiert werden. Auch finanziell besteht kein zwingender Handlungsbedarf, weil die (City-)Logistik im Grundsatz eine privatwirtschaftliche Aufgabe ist.
- Die langfristige Standortsicherung für Logistik-Hubs erfordert das Anpassen des kantonalen Richtplans.
- Bei neuen Auflagen in der Anlieferung, z.B. unterirdisch, wären Anpassungen in der Planungs- und Baugesetzgebung erforderlich.
- Längerfristig besteht der grösste Handlungsbedarf in der Regulierung des automatisierten Güterverkehrs und der Logistik. Dazu ist aber zunächst der Bund gefordert (analog zum Themenfeld C).

5.6 E) Verkehrsräume effizient und dynamisch nutzen

Die Digitalisierung eröffnet neue Chancen zur effizienteren Nutzung der Verkehrsräume, sei dies mittels neuer Informationssysteme und dynamischerer Nutzung der Parkräume, sei dies längerfristig mit automatisierten Fahrzeugen oder schliesslich auch über die verstärkte Nutzung des Luftraums, z.B. durch Drohnen. Die strategischen Stossrichtungen von DiNaMo im Themenfeld E lauten:

Kurz-/mittelfristige Stossrichtungen:

- Die Möglichkeiten der Digitalisierung zur effizienteren Auslastung und flexiblerer Parkraumnutzung werden in Form von Wegleitungen und Empfehlungen an die Gemeinden aufgezeigt. Gleichzeitig sind die Informations- und Parkleitsysteme weiterzuentwickeln (siehe auch Massnahme C.2 hinsichtlich fahrzeugbasierter Informationen).

- Sinnvolle Anwendungen für Drohnen-Kuriere werden unterstützt (z.B. Medizinalbereich, Kurierdiensten, Bauwesen usw.), die Regelungen für einen nachhaltigen und sicheren Betrieb werden zwischen den betroffenen Ämtern des Bundes und der Kantone aufeinander abgestimmt (basierend auf dem Bundesrecht).

Längerfristige Stossrichtungen:

- Es gilt, die Chancen des automatisierten Fahrens in Bezug auf eine flexiblere Parkraumnutzung und den damit verbundenen geringeren Raumbedarf zu nutzen. Dazu müssen die weiteren nationalen und internationalen Entwicklungen verfolgt werden.

Das Handlungsprogramm im Themenfeld E sieht kurz-/mittelfristig drei Massnahmen gemäss folgender Zusammenstellung vor:

Zielbeitrag/ Strategieansatz	Massnahme	Beschreibung	Rechtl./finanz. Handlungsbedarf	Federführung	Umsetzung und Priorität
E. Verkehrsräume effizient und dynamisch nutzen	E.1 Dynamisches Parkraumanagement	Aufzeigen von Möglichkeiten in Richtung Nutzungsintensivierung und Flexibilisierung des Parkplatzangebotes (öffentlich und privat); z.B. Erhöhung von Auslastungsgraden, Abtausch Nutzungszwecke usw.	keiner	AFM	2030
	E.2 Dynamische Nutzung des Strassenraums durch automatisiertes Fahren	Pilotprojekte, Versuche initiieren (ohne/mit automatisierten Fahrzeugen) (z.B. je nach Tageszeit Fahrspuren in unterschiedliche Richtungen nutzen).	evt. Revision Eidg. Strassenverkehrsgesetz (SVG)	AFM	2035
	E.3 Strategie und Regulierungsrahmen für Drohnen im Gütertransport	Prüfung sinnvoller Anwendungen in Einklang mit dem GVK und zur Entlastung des (oberirdischen) Verkehrsraums. Begleitung Gesetzgebungsverfahren des Bundes bzgl. Bewilligungen/Konzessionen.	evt. Revision Eidg. Luftfahrtgesetz (LFG)	AFM	2025

Um das Handlungsprogramm im Themenfeld E umsetzen zu können, besteht folgender rechtlicher und finanzieller Handlungsbedarf:

- Der rechtliche Handlungsbedarf ergibt sich entweder erst längerfristig, wenn sich das automatisierte Fahren effektiv durchsetzt, oder der Handlungsbedarf liegt in erster Linie auf Bundesstufe (Regelungen des Luftverkehrs).
- Der Kanton setzt sich beim Luftverkehr mit Drohnen und auch mit Flugtaxi dafür ein, dass er bei Anträgen für Einzelfallgenehmigungen situationsgerecht einbezogen wird und ein koordinierter Einbezug des Kantons bei der weiteren Abstimmung mit EU- und Bundesrecht erfolgt.
- Finanziell ergibt sich kein unmittelbarer Handlungsbedarf mit den drei Massnahmen.

5.7 F) Nutzungsabhängige und gesamtverkehrliche Pricing-Systeme ermöglichen

Die heutigen Finanzierungssysteme im Verkehr sind einerseits nicht gesichert (vor allem im Strassenverkehr durch wegfallende Einnahmen aus den Mineralölsteuern infolge höherer Effizienz der Fahrzeuge und fossilfreier Antriebssysteme), andererseits zu starr, zu wenig steuernd und noch nicht multimodal ausgerichtet. Mit der Digitalisierung eröffnen sich auch im Pricing neue Möglichkeiten zur Flexibilisierung, zeitlich-räumlichen Differenzierung und nutzungsabhängiger Finanzierung des Verkehrs. Die strategischen Stossrichtungen von DiNaMo im Themenfeld F lauten:

Kurz-/mittelfristige Stossrichtungen:

- Der Handlungsbedarf zum längerfristigen Sicherstellen der Finanzierung kantonaler Verkehrsinfrastrukturen muss vertiefter dargelegt werden. Es braucht eine Strategie, wie die drohenden Einnahmerückgänge kompensiert werden können (vor allem Ersatz sinkender Mineralölsteuern; siehe Kapitel 4.2). Der Kanton setzt sich dafür ein, dass im Rechtsrahmen des Bundes der finanzielle und verkehrsplanerische Handlungsspielraum der Kantone nicht geschmälert wird.
- Die kantonale Verkehrsabgabe muss angepasst werden, um die kantonalen Einnahmen zu sichern und dabei auch effiziente Antriebsformen gezielter zu fördern (siehe Massnahme A.2).
- Prüfen der Potenziale verbesserter Check-in-/Check-out-Möglichkeiten im ÖV für Tarifierungsvarianten, vor allem vor dem Hintergrund, dass auch nach der Pandemie mit vermehrtem Homeoffice und Videokonferenzen z.B. Jahresabonnemente weniger attraktiv sein können. Hier gilt es, neue Angebote, auch unabhängig von gesamtverkehrlichen Pricing-Systemen, zu prüfen.

Langfristige Stossrichtungen:

- Längerfristig wird ein Systemwechsel auf ein umfassendes, d.h. verkehrsträgerübergreifendes sowie zeitlich und räumlich differenziertes Mobility Pricing angestrebt. Dazu müssen kurz-/mittelfristig die Bundesarbeiten zu Mobility Pricing und die allfälligen Pilotprojekte aktiv begleitet und die verschiedenen Zielgruppen hinsichtlich Nutzen sensibilisiert werden (neben Finanzierung auch Unterstützung Verkehrssteuerung, siehe C.1). Gleichzeitig müssen die rechtlichen Grundlagen auf Stufe Bund eingefordert werden.
- Landesweiter Systemwechsel auf ein Mobility-Pricing-System. Dieser muss – vor allem bezüglich der Funktion zur Verkehrssteuerung (z.B. Brechen der Verkehrsspitzen) – gesamtverkehrlich abgestimmt werden. Zudem muss die Integration der kantonalen Verkehrsabgabe geprüft werden. Der Kanton setzt sich beim Bund dafür ein, dass die kantonalen Interessen gewahrt sind.
- Das Pricing-System soll neben dem Sicherstellen der längerfristigen Finanzierung der Verkehrsinfrastrukturen auch möglichst für das zeitlich-räumliche Lenken und Steuern der Verkehrsnachfrage genutzt werden. Hier gilt: Die erhobenen Mittel müssen wieder im Kanton Zürich eingesetzt werden.

Das Handlungsprogramm im Themenfeld F sieht kurz-/mittelfristig zwei Massnahmen gemäss folgender Zusammenstellung vor⁷:

Zielbeitrag/ Strategieansatz	Massnahme	Beschreibung	Rechtl./finanz. Handlungsbedarf	Federführung	Umsetzung und Priorität
F. Nutzungsabhängige und gesamt- verkehrliche Pricing-Systeme ermöglichen	F.1 Weiterentwicklung ÖV-Tarifierungsformen	Prüfung neuer und flexiblerer ÖV-Tarifmodelle sowie Preisdifferenzierungen im ÖV (Brechen von Spitzen).	Anpassung Tarifreglement	ZVV	2025-30
	F.2 Strategie und Regulierungsrahmen für Mobility Pricing	Bundesarbeiten und Pilotversuche aktiv begleiten; kantonale Mobility-Pricing-Strategie erarbeiten und Gesamtverkehrsfinanzierungssystem prüfen (multimodal, nutzungsabhängig, räumlich-zeitlich differenziert).	diverse Gesetzesanpassungen nötig	AFM	2030

⁷ Zudem kann die Massnahme A.2 (Umgestaltung der kantonalen Verkehrsabgabe) auch zum Bereich Pricing gezählt werden.

Um das Handlungsprogramm im Themenfeld F umsetzen zu können, besteht folgender rechtlicher und finanzieller Handlungsbedarf:

- Für neue flexible ÖV-Tarifmodelle wäre das Tarifreglement anzupassen (Verbundtarif ZVV). Übergeordnete Gesetzesrevisionen sind nicht zwingend.
- Hinsichtlich Mobility Pricing geht es zunächst darum, auf der Grundlage der Sondergesetzgebung des Bundes zu Pilotprojekten in Kantonen und Städten Erfahrungen zu sammeln. Zur definitiven Einführung muss zunächst auf Bundesebene die Rechtsgrundlage mit klaren und einheitlichen Kriterien geschaffen werden, bevor die kantonalen Gesetze und Verordnungen eingeführt werden. Der Kanton setzt sich dafür ein, dass dieser Rechtsrahmen den finanziellen Handlungsspielraum der Kantone nicht einschränkt.

5.8 G) Digitale Prozesse, Kommunikations- und Arbeitsformen zur Verkehrsvermeidung nutzen

Die Covid-19-Pandemie hat gezeigt, dass durch die Digitalisierung mit z.B. Homeoffice, Videokonferenzen oder Co-Working-Spaces zeitlich und räumlich flexible Alternativen zum Arbeiten und zu Besprechungen vor Ort bestehen, was vor allem dazu führen könnte, dass sich der Pendler-, Geschäftsreise- und Bildungsverkehr bedeutend verringert oder verlagert. Ziel ist, das diesbezügliche Potenzial künftig zu nutzen. Die Staatskanzlei ist hier federführend mit dem Umsetzen der vom Regierungsrat im April 2018 festgesetzten Strategie Digitale Verwaltung (RRB Nr. 390/2018) beauftragt. Im Rahmen des Impulsprogramms Digitale Verwaltung werden bereits Projekte umgesetzt. Die strategischen Stossrichtungen lauten wie folgt:

Kurz-/Mittelfristig:

- Verwaltung als Vorbild im Bereich flexibler Arbeitsformen stärken. Kurzfristig betrifft dies vor allem die Vorbildfunktion in den Bereichen zeitlich und räumlich flexibler Arbeitsformen und Videokonferenzen. Mit dem Impulsprogramm Digitale Verwaltung, Projekt «IP6.5 Arbeiten in der Digitalen Verwaltung», schuf die Staatskanzlei in Zusammenarbeit mit dem Personalamt, dem Immobilienamt, dem Amt für Informatik sowie den Personalverbände bereits die Grundlagen für räumlich und zeitlich flexible Arbeitsformen.
- Mittelfristig müssen generell – über den Verkehrsbereich hinaus – prozessuale Hürden abgebaut bzw. effizientere Prozesse durch die Digitalisierung gefördert werden, unter Berücksichtigung des Datenschutzes.
- Prüfen und Umsetzen von Anreizsystemen, vor allem für Unternehmen

Das Handlungsprogramm im Themenfeld G sieht Massnahmen gemäss folgender Zusammenstellung vor:

Zielbeitrag/ Strategieansatz	Massnahme	Beschreibung	Rechtl./finanz. Handlungsbedarf	Federführung	Umsetzung und Priorität
G. Prozesse, Kommunikations- und Arbeitsformen zur Verkehrsvermeidung nutzen	G.1 Unterstützung zeitlich und räumlich flexibler Arbeitsformen	A) Öffentliche Verwaltung als Vorbild: flexibles Arbeiten intensivieren, Videokonferenzen vorsehen. B) Anreize für Unternehmen prüfen und Integration ins Mobilitätsmanagement.	keiner	VD/FD/SK	A) laufend B) 2025
	G.2 Digitalisierung von Prozessen unterstützen	Öffentliche Verwaltung als Vorbild: Digitalisierung Prozesse und Abläufe.	E-Government Gesetzesgrundlagen	SK	2025

Um das Handlungsprogramm im Themenfeld G umsetzen zu können, besteht folgender rechtlicher und finanzieller Handlungsbedarf:

- Die kantonale Verwaltung wird auch nach der Pandemie zeitlich und räumlich flexibles Arbeiten und Videokonferenzen ermöglichen, soweit das mit den dienstlichen Erfordernissen im Einklang steht. Die wichtigen sozialen Kontakte und der informelle Austausch zwischen den Mitarbeitenden müssen sichergestellt bleiben.
- Neben der Kantonsverwaltung sollen auch Unternehmen, Gemeinden usw. angesprochen werden. Die Beratenden des AFM legen im Rahmen des Programms «Impuls Mobilität» ein ressourcenschonendes Verkehrsverhalten nahe und weisen auf die Möglichkeit der Verkehrsvermeidung bzw. umweltverträglicheren Abwicklung der Mobilität durch zeitlich und räumlich flexibles Arbeiten hin.
- Die Staatskanzlei wird Prozesse weiter digitalisieren. Dazu gehören z.B.:
 - Verbessern der verwaltungsinternen Prozesse und Workflows, z.B. weiteres Digitalisieren von Unterschriftenregelungen oder Arbeitsabläufen. Mit dem Impulsprogramm Digitale Verwaltung, Projekt «IP6.6 Koordinierte Ausbreitung der verwaltungsinternen elektronischen Geschäftsabwicklung», wurde neu ein konzeptionelles Zielbild erarbeitet, das aufzeigt, wie künftig das Zusammenspiel zwischen Fachapplikation und Geschäftsfallablage gestaltet sein soll und wie die verschiedenen Verwaltungseinheiten directionsübergreifend digital auf der Grundlage von Geschäftsfalldossiers über standardisierte Systeme zusammenarbeiten können. Im Rahmen des Rechtsetzungsprojekts «DigiLex» wird in allgemeiner Weise geregelt, in welcher Form Unterschriftserfordernisse künftig elektronisch erfüllt werden können. Zentral geklärt wird dabei die grundsätzliche rechtliche Zulässigkeit, formelle Verwaltungsgeschäfte digital abzuwickeln, und welche Bedeutung die elektronische Signatur mit welcher Sicherheitsstufe (niedrig, substantiell, hoch) im Rechtsverkehr hat. Die Möglichkeit, Unterschriftserfordernisse elektronisch zu erfüllen, soll in all jenen Fällen offenstehen, in denen heute aufgrund der jeweiligen rechtlichen Bestimmungen einer Verwaltungseinheit eine handschriftliche Unterschrift erforderlich ist.
 - Stärken der digitalen Verwaltung: Möglichkeiten für Einwohnende des Kantons, Anliegen elektronisch abzuwickeln. Das Impulsprogramm Digitale Verwaltung, Projekt «IP2.1 DigiLex», schafft die rechtlichen Grundlagen, damit der formelle Geschäftsverkehr zwischen Privaten und den öffentlichen Organen durchgängig digital und medienbruchfrei erfolgen kann. Mit den Projekten «IP2.7 Zürikonto» und «IP7.4 Erneuerung ZHservices» werden sowohl die technischen als auch die konzeptionellen Grundlagen für ein Konto für Privatpersonen zum Abwickeln von digitalen Behörden geschäften erarbeitet. Die bestehende Transaktionsplattform ZHservices wird umfassend erneuert.
- Finanzdirektion und Volkswirtschaftsdirektion prüfen, ob und wie zeitlich und räumlich flexibles Arbeiten und Videokonferenzen gefördert werden können.

6 Umsetzung und Monitoring

Die folgende Darstellung zeigt den Umsetzungsplan von DiNaMo im Überblick:

Zielbeitrag	Massnahme	2022	2025	2030	>2030	Federführung	Umsetzung und Priorität
A. CO2- und Lärm-arter Strassenverkehr fördern	A.1 Förderprogramm E-Ladestationen	■	■	■		AFM/BD	2022/23
	A.2 Umgestaltung kantonale Verkehrsabgabe		■			StVA/AFM	2025
	A.3 Verpflichtung E-Ladestationen bei kantonalen Einrichtungen		■			BD/AFM	2022/23
B. Multimodale Mobilitätsangebote weiter entwickeln	B.1 Prüfen Kooperation mit Anbietern neuer Transportmittel und Angebotsformen	■	■			ZVV	2025
	B.2 Punktuelle Ergänzung des ÖV mit flexiblen Angebotsformen	■	■	■		ZVV	2030, laufend
	B.3 Entwicklungen bei multimodalen Angeboten (z.B. MaaS) prüfen und ggf. fördern	■	■			ZVV/AFM	2025, laufend
	B.4 Vorbereitung auf automatisiertes Fahren im Kollektivverkehr		■	■	■	AFM//ZVV	2030
C. Steuerungs- und Lenkungssysteme aktiver nutzen	C.1 Kantonale Gesamtstrategie Verkehrssteuerung	■	■			AFM	ab 2021
	C.2 Ausbauprogramm Kommunikationsinfrastruktur		■	■	■	AFM/TBA	2025
	C.3 Strategie und Rahmenbedingungen für automatisiertes Fahren			■	■	AFM/TBA	2030
D. Güterverkehr effizienter abwickeln, insbesondere in städtischen Gebieten	D.1 City-Logistik Strategie (Public-Private Partnership)		■			AFM	2025
	D.2 Raumsicherung Logistik-Hubs	■	■	■		ARE / AFM	2030
	D.3 Regulierungsrahmen für Logistik-Hubs		■	■		AFM / ARE	2030
	D.4 Regulierungsrahmen für automatisierten Güterverkehr / Logistik			■	■	AFM / TBA	2030
E. Verkehrsräume effizient und dynamisch nutzen	E.1 Dynamisches Parkraummanagement			■	■	AFM	2030
	E.2 Dynamische Nutzung des Strassenraums durch automatisiertes Fahren				■	AFM	2035
	E.3 Strategie und Regulierungsrahmen für Drohnen im Gütertransport		■			AFM	2025
F. Nutzungsabhängige und gesamt-verkehrliche Pricing Systeme ermöglichen	F.1 Weiterentwicklung ÖV-Tarifierungsformen		■	■		ZVV	2025-30
	F.2 Strategie und Regulierungsrahmen für Mobility Pricing		■	■		AFM	2030
G. Prozesse, Kommunikations- und Arbeitsformen zur Verkehrsvermeidung nutzen	G.1 Unterstützung zeitlich und räumlich flexibler Arbeitsformen	■	■			VD/FD/SK	2025-30
	G.2 Digitalisierung von Prozessen unterstützen	■	■			SK	2025

bereits laufende Massnahmen
 geplante Massnahmen, ressourcenintensiv
 geplante Massnahmen, wenig ressourcenintensiv

Abbildung 11: Umsetzungsplan DiNaMo

Für das Umsetzen von DiNaMo ist das AFM hauptverantwortlich. Abhängig vom Themenfeld sind bei den einzelnen Massnahmen andere Ämter federführend oder beteiligt. Die Massnahmen sind zeitlich unterschiedlich prioritär und unterschiedlich kostenintensiv. Die Jahreszahlen geben an, bis wann eine Massnahme substantiell umgesetzt sein soll. Teilweise sind die Massnahmen bereits am Laufen (z.B. A.4 oder D.2), aber noch nicht nachhaltig verankert.

Die Handlungsansätze sind sehr breit. Hinsichtlich Wirkungspotenzialen und strategischer Bedeutung aus Sicht DiNaMo ergeben sich jedoch folgende Prioritäten:

- Unmittelbar grosses Wirkungspotenzial bei schnellem Umsetzen:
 - A.1 Förderprogramm E-Ladestationen
 - G.1 Förderung räumlich und zeitlich flexibler Arbeitsformen
- Laufende Handlungsfelder verstärken, die mit der Digitalisierung weiteres grosses Potenzial haben:
 - C.1 Kantonale Gesamtstrategie Verkehrssteuerung
 - D.1 City-Logistik-Strategie (Public Private Partnership)
- Rahmenbedingungen schaffen, um für Handlungsfelder mit langfristig grossem Wirkungspotenzial bereit zu sein:
 - B.3 Dynamische und innovative Entwicklungen im Bereich der neuen Mobilität wie z.B. MaaS bezüglich Nutzen für Kundinnen und Kunden, Auswirkungen auf die Umwelt und Wirtschaftlichkeit bewerten und erfolgversprechende Ansätze zusammen mit den Verkehrsunternehmen fördern
 - F.2 Strategie und Regulierungsrahmen für Mobility Pricing

Die Priorisierung der Massnahmen ist unterschiedlich begründet (siehe dazu auch Abbildung 9 in Kapitel 3.8 sowie die Zielbeiträge in Kapitel 5.1): Das unmittelbar grösste Wirkungspotenzial hinsichtlich CO₂-Reduktion dürfte das Förderprogramm E-Ladestationen haben. Zudem ist die Förderung flexibler Arbeitsformen ein Feld mit grossem Verkehrsvermeidungs- oder Verlagerungspotenzial, aber mit Einflussfaktoren, die weiter über die Verkehrspolitik hinausgehen. Damit flexibles Arbeiten sein Potenzial entfalten kann, ist eine Zusammenarbeit auf allen Ebenen erforderlich. Eine Abstimmung mit den laufenden Arbeiten der Staatskanzlei ist deshalb vorgesehen. Die Priorität kann aber auch darin begründet sein, um sich frühzeitig auf Entwicklungen mit grossem Wirkungspotenzial vorzubereiten. Hierzu gehören namentlich die aktive Bewertung von dynamischen und innovativen Entwicklungen im Bereich der neuen Mobilität (z.B. MaaS) und das Mobility Pricing. Dann gibt es Massnahmenbereiche, die bereits heute laufen, aber mit der Digitalisierung weiteres Potenzial haben und unterstützt werden müssen (vor allem Verkehrssteuerung und City-Logistik). Letztlich ist die effektive Wirkung der Massnahmen von der konkreten Ausgestaltung und Eingriffstiefe abhängig. Hierzu gehört insbesondere das Mobility Pricing.

Die Federführung und die Koordination der Umsetzung von DiNaMo obliegen dem AFM. Je nach Massnahmen sind weitere Stellen beteiligt oder federführend. Die Arbeiten finden im Rahmen der ordentlichen Aufgabenbereiche und der entsprechenden Budgets statt. Eine Ausnahme bildet die anschliessende Umsetzung der Motion KR-Nr. 107/2019 betreffend Befristete Förderung der Infrastruktur für eine CO₂-arme Mobilität. Das Konzept dazu und der damit verbundene Kreditantrag werden dem Kantonsrat separat unterbreitet.

Über eine zu etablierende Austauschplattform sollen sich die verantwortlichen Stellen über den Fortschritt und die Erfahrungen (Erfolgsfaktoren und Hemmnisse) gegenseitig informieren. Über den Umsetzungsstand kann im Rahmen des Monitoringberichts des GVK informiert werden.⁸

Gemäss Kapitel 1 bestehen zahlreiche Abhängigkeiten zwischen den DiNaMo-Massnahmen und anderen Planungen und Strategien, insbesondere zu den eher infrastruktur- und ange-

⁸ GVK 2018 (S. 13): «Gemäss den Vorgaben des kantonalen Richtplans stellt der Regierungsrat das Erreichen der Ziele des GVK fest und leitet daraus Handlungsschwerpunkte ab. Die Volkswirtschafts-direktion erstattet dem Regierungsrat Bericht bei massgeblichen Entwicklungen.»



botsorientierten Planungen wie ÖV-Angebotskonzepte, Strassenbauprogramm, Velonetzplanung oder auch die Instrumente zur Abstimmung Siedlung und Verkehr (insb. Agglomerationsprogramme).



Abkürzungsverzeichnis

AFM	Amt für Mobilität
ARE	Bundesamt für Raumentwicklung
ARE-ZH	Amt für Raumentwicklung (Kanton Zürich)
ASTRA	Bundesamt für Strassen
AWEL	Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft
B2B	Business to Business
B2C	Business to Client
BEV	Battery Electric Vehicles
BFE	Bundesamt für Energie
BFS	Bundesamt für Statistik
BIF	Bahninfrastrukturfonds
EMPA	Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt
FäG	Fahrzeugähnliches Gerät
FCEV	Fuel Cell Electric Vehicles (Wasserstofffahrzeuge)
GVK	Gesamtverkehrskonzept
HEV	Hybrid Electric Vehicles
ITS	Intelligente Transportsysteme
KR	Kantonsrat
LSA	Lichtsignalanlage
MaaS	Mobility as a Service
NAF	Nationalstrassen- und Agglomerationsverkehrsfonds
PHEV	Plug-in Hybrid Electric Vehicles
P2P	Peer to Peer
Pkm	Verkehrsleistung (Personenkilometer)
RL-VRZ	Regionale Leitzentrale Verkehrsraum Zürich
RVS	Regionale Verkehrssteuerung
SVI	Schweizerische Vereinigung der Verkehrsingenieure und Verkehrsexperten
TBA	Tiefbauamt
UVEK	Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation
VR	Virtual Reality
ZHAW	Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften
ZVV	Zürcher Verkehrsverbund

Quellenverzeichnis

- AFV (2017) Kosten-Nutzen-Analyse: Veloschnellroute Limmattal, Volkswirtschaftsdirektion Kanton Zürich, Zürich.
- AFV (2020) Agglomerationsprogramme Zürich: Rahmenbericht 4. Generation: ENTWURF 9. September 2020, Volkswirtschaftsdirektion Kanton Zürich, Zürich.
- AFV (2020) Stellungnahme zum Postulat KR-Nr. 136/2018 betreffend Chancen, Risiken und Potenzial von Innovationen und Digitalisierung für eine nachhaltige Mobilität im Kanton Zürich, Volkswirtschaftsdirektion Kanton Zürich, Zürich.
- ARE (2016) Perspektiven des schweizerischen Personen- und Güterverkehrs bis 2040: Hauptbericht, Ittigen.
- Arias-Molinares, D., García-Palomares J.C. (2020) The Ws of MaaS: Understanding mobility as a service from a literature review, *IATSS Research* 44 (2020) 253–263.
- ASTRA (2018) Sachplan Verkehr – Teil Infrastruktur Strasse: Metropolitanraum Zürich: Übersicht Objektblätter, Ittigen.
- ASTRA (2019) Mobility Pricing – Wirkungsanalyse am Beispiel der Region Zug: Schlussbericht, Ittigen.
- ASTRA (2020a) Verkehr der Zukunft 2060: Synthesebericht, *Forschungsprojekt SVI 2016/002 auf Antrag des SVI*, Ittigen.
- ASTRA (2020b) Geschwindigkeitsharmonisierung und Gefahrenwarnung, <https://www.astra.admin.ch/astra/de/home/themen/nationalstrassen/baustellen/nordostschweiz/verkehrsmanagement-der-infrastrukturfiliale-winterthur/projekt-im-ueberblick/geschwindigkeitsharmonisierung-und-gefahrenwarnung.html>, letzter Zugriff: 28. Oktober 2020.
- ASTRA (2020c) A1 Engpass Winterthur, Projektübersicht, <https://www.6spur-winterthur.ch/#voraussichtlicher-zeitplan>, letzter Zugriff: 21. Oktober 2020.
- ASTRA (2020d) Auswirkungen des automatisierten Fahrens; Erkenntnisse und Massnahmen aus Sicht des ASTRA, Forschungsprojekt ASTRA 2017/004, Oktober 2020.
- Automobil-Industrie (2019) Platooning: MAN stellt Testergebnisse vor, <https://www.automobil-industrie.vogel.de/platooning-man-stellt-testergebnisse-vor-a-886756/>, letzter Zugriff: 29. Dezember 2020.
- Axhausen, K. W. (2020) Klima- und andere Krisen: Was lernen wir daraus? Tischgespräch – Mobis: Covid-19 – Wie hat die Corona-Krise unsere Mobilität beeinflusst? *Online-Vortrag*, 27. Oktober 2020, Zürich.
- Balac, M., Rothfeld, R. L., und Sebastian, H. (2019) The prospect of on-demand urban air mobility in Zurich, Switzerland, *Arbeitsbericht IVT ETHZ*, Zürich.
- Balac, M., Hörl, S., und Axhausen, K. W. (2020) Fleet Sizing for Pooled (Automated) Vehicle Fleets, *Transportation Research Record*; 2674(9):168–176.
- Bergische Universität Wuppertal (2016) Städtisches Güterverkehrskonzept Basel, *Schlussbericht im Auftrag des Bau- und Verkehrsdepartements des Kantons Basel-Stadt*, Basel.
- BFE (2013) E-Scooter – Sozial- und naturwissenschaftliche Beiträge zur Förderung leichter Elektrofahrzeuge in der Schweiz, Schlussbericht, Bern.
- BFE (2014) Verbreitung und Auswirkungen von E-Bikes in der Schweiz, Bern.

- BFE (2020) Energieperspektiven 2050+, Kurzbericht, November 2020.
- BFS (2015) Szenarien zur Bevölkerungsentwicklung der Schweiz, Neuenburg.
- BFS (2020) Künftige Bevölkerungsentwicklung: Szenarien zur Bevölkerungsentwicklung der Schweiz und der Kantone 2020–2050, Neuenburg.
- Bhatt, K., Higgins, T., Berg, J. T., K.T. Analytics et al. (2008) Lessons learned from international experience in congestion pricing, *Technischer Bericht*, United States. Federal Highway Administration.
- Bösch, P. M., Becker, F., Becker, H., und Axhausen, K. W. (2018) Cost-based analysis of autonomous mobility services, *Transport Policy*, 64, 76–91.
- Bujanovic, P., und Lochrane, T. (2018) Capacity Predictions and Capacity Passenger Car Equivalents of Platooning Vehicles on Basic Segments, *Journal of Transport Engineering, Part A: Systems*, 144 (10).
- Dahlgren, J. (1995) Are HOV lanes really better? *Access*, 6, 25–29.
- Deloitte (2020) Transportation trends 2020: What are the most transformational trends in mobility today? London.
- DHL (2019) Logistics Trend Rada: DHL Customer Solutions & Innovation, Troisdorf.
- EBP (2015) Volkswirtschaftlicher Nutzen von Mobility, Zürich.
- EBP (2018a) Relevante Faktoren für ein Mobilitätssystem mit geringen Umweltwirkungen, *Auftrag des Bundesamts für Umwelt*, Zürich.
- EBP (2018b) Einsatz automatisierter Fahrzeuge im Alltag – Denkbare Anwendungen und Effekte in der Schweiz, *Synthesebericht*, Zürich.
- EBP (2018c) Einsatz automatisierter Fahrzeuge im Alltag – Denkbare Anwendungen und Effekte in der Schweiz, *Schlussbericht Modul 3f «Güterverkehr / City Logistik (Strasse)*, Zürich.
- EBP/RAPP (2020) Verkehr der Zukunft 2060: Technologischer Wandel und seine Folgen für Mobilität und Verkehr, *Forschungsprojekt SVI 2016/002 auf Antrag des SVI*, Zürich.
- EBP (2020) Szenarien der Elektromobilität in der Schweiz – Update 2020, *Hintergrundbericht*, Zürich.
- Ecoplan (2018) Abschätzung der ökonomischen Folgen der Digitalisierung in der Mobilität, *Machbarkeitsstudie*, Bern.
- EMPA (2019) Schritt für Schritt zur Wasserstoff-Tankstelle, Medienmitteilung, Dübendorf.
- Fageda, X. (2019) Measuring the Impact of Ride-Hailing Firms on Urban Congestion: The Case of Uber in Europe and United States, SSRN.
- Fagone, D., und Wagner, A. (2016) Dynamische Reisezeitinformation im Raum Baden, *Strasse und Verkehr*, 12, 12–19.
- Fraunhofer IAO (2019): Die digitale Transformation des städtischen Parkens.
- Geistefeldt, J. (2012) Operational Experience with Temporary Hard Shoulder Running in Germany, *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2278, 67–73.
- Google (2020) Veränderte Mobilitätstrends: Schweiz 13. Oktober 2020: Zürich.
<https://www.google.com/covid19/mobility/>, letzter Zugriff: 15. Oktober 2020.
- Henry, M., Becker, H., Bucher, D., Jonietz, D., Raubal, M., und Axhausen, K. W. (2019) Begleitstudie SBB Green Class – Abschlussbericht, *Arbeitsberichte IVT ETH*, Zürich.

- Hörl, S., Becker, F., Dubernet, T., und Axhausen, K. W. (2019) Induzierter Verkehr durch autonome Fahrzeuge: Eine Abschätzung, Forschungsprojekt SVI 2016/001 auf Antrag des SVI, Zürich.
- IFEU/INFRAS (in Erscheinung) Ökologischer Verkehrsträgervergleich, *Studie des Deutschen Umweltbundesamtes*, Heidelberg.
- INFRAS (2020) IG Bus: Monitoring Mobilitätsentwicklungen Report 2020, Zürich.
- INFRAS/Protocar (im Druck): Instrumente zur Förderung alternativer Antriebe, Inputpapier für Workshop 1. Sept., im Auftrag des AWEL Kanton Zürich.
- INTERFACE (2013) Evaluation Mobility – Kundenprofil, Nutzungs- und Mobilitätsverhalten, Energie- und CO₂-Bilanz und Potenzialanalyse, Luzern.
- INTERFACE/EBP (2020): Potenzialanalyse multimodale Mobilität, Luzern.
- IVT/EBP (2020) Auswirkungen des automatisierten Fahrens, *Teilprojekt 2: Verkehrliche Auswirkungen und Infrastrukturbedarf*, Zürich.
- Kamargianni, M., Goulding, R. (2018), The mobility as a service maturity index: preparing cities for the mobility as a service era, 7th Transport Research Arena TRA 2018 2018, pp. 17–21.
- Kanton Zürich (2016) Agglomerationsprogramm Stadt Zürich – Glattal, 3. Generation, Teil 1, Bericht, Zürich.
- Kanton Zürich (2017) Verkehrsverhalten der Zürcher Bevölkerung: Hauptergebnisse des «Mikrozensus Mobilität und Verkehr 2015», Zürich.
- Kanton Zürich (2018) Gesamtverkehrskonzept Kanton Zürich 2018, Regierungsrat, Zürich.
- Kanton Zürich (2018a) Klimawandel im Kanton Zürich: Massnahmenplan Verminderung der Treibhausgase, Baudirektion, Zürich.
- Kanton Zürich (2019) Jahresbericht Veloförderung 2019, Amt für Verkehr, Zürich.
- Kanton Zürich (2020) Trend 2020: Regionalisierte Bevölkerungsprognosen für den Kanton Zürich, Statistisches Amt, Zürich.
- Kanton Zürich (noch zu beschliessen): Klimastrategie Kanton Zürich.
- Kanton Zürich (im Druck): Güterverkehrs- und Logistikkonzept GVLK.
- Kavanagh, L., Keohane, J., Garcia Cabellos, G., Lloyd, A., und Cleary, J. (2018) Global Lithium Sources – Industrial Use and Future in the Electric Vehicle Industry: A Review, *MDPI*.
- Limmattalbahn (2020) Betrieb & Angebot, <https://www.limmattalbahn.ch/home/projekt/betrieb-angebot.html>, letzter Zugriff: 22. Oktober 2020.
- Mair, O., Wurm, M., Müller, M., Greve, F., Pesch, S., Pförringer, D., Biberthaler, P., Kirchhoff, C., und Zyskowski, M. (2020) E-scooter accidents and their consequences: First prospective analysis of the injury rate and injury patterns in the urban area of a German city with over 1 million residents, *Der Unfallchirurg*, München.
- Martin, P., Perrin, J., Wu, P., und Lambert, P. (2004) Evaluation of the Effectiveness of High Occupancy Vehicle Lanes, University of Utah, Salt Lake City.
- Meyer, J., Becker, H., Bösch, P. M., und Axhausen, K. W. (2017) Autonomous vehicles: The next jump in accessibilities? *Research in Transportation Economics*, 62, 80–91.
- Mobility Genossenschaft AG (2015) Geschäfts- und Nachhaltigkeitsbericht 2014, Luzern.
- Molloy, J., Tchervenkov, C., Schatzmann, T., Schoeman, B., Hintermann, B., und Axhausen, K. W. (2020) MOBIS-COVID19/24: Results as of 05/10/2020 (post-lockdown), *Arbeitsberichte Verkehrs- und Raumplanung* 1564.

- Mühlethaler, F., Axhausen, K. W., Ciari, F., Schannen-Süess, M., und Gretschi-Jossi, U. (2011) Potenzial von Fahrgemeinschaften, Zürich.
- OECD (2020) Non-exhaust Particulate Emissions from Road Transport: An ignored environmental policy challenge, Paris.
- Olivieri, L. (2019) Güterverkehrskonzept Basel-Stadt – Stand der Umsetzung und Rolle des Kantons am Beispiel «City-Hub», *Referat am Mobilitätssalon*.
- Perret, F., Arnold, T., Fischer, R., de Haan, P., und Haefeli, U. (2020) Automatisiertes Fahren in der Schweiz: Das Steuer aus der Hand geben? in TA-SWISS Publikationsreihe, 71.
- PSI (2018): Hintergrundbericht, Die Umweltauswirkungen von Personenwagen: heute und morgen.
- PwC (2019) Shape the Future of Mobility – Für ein zukunftsfähiges Schweizer Mobilitätssystem: Barrieren, Stossrichtungen und Handlungsempfehlungen für ein Mobilitätssystem, Zürich.
- RappTrans/INFRAS (2020) Auswirkungen des automatisierten Fahrens; Teilprojekt 1: Nutzungsszenarien und Auswirkungen, Forschungsprojekt ASTRA 2017/007, August 2020.
- Sanders, R. L., Branion-Calles, M., und Nelson, T. A. (2020) to scoot or not to scoot: Findings from a recent survey about the benefits and barriers of using E-scooters for riders and non-riders, *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 139, 217–227.
- SBB (2019) Zimmerberg-Basistunnel II: Mehr Zug für die Zentralschweiz – Informationsanlass vom 30. Januar 2019, Luzern.
- SBB (2020) Zürich–Winterthur: Planung Brüttenerntunnel, <https://company.sbb.ch/de/ueber-die-sbb/projekte/projekte-zuerich-ostschweiz/zuerich-winterthur-planung-bruettenertunnel.html>, letzter Zugriff: 22.10.2020.
- smartmo (2020) Das digitale Veloparksystem, <https://smartmo.ch/de/>, letzter Zugriff: 20. November 2020.
- Statista (2020) Anteil von Elektrofahrrädern am Fahrradabsatz in der Schweiz von 2006 bis 2019, <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/714637/umfrage/anteil-von-elektrofahrraedern-am-fahradabsatz-in-der-schweiz/#:~:text=Diese%20Statistik%20zeigt%20den%20Anteil,der%20Schweiz%2036%2C6%20Prozent>, letzter Zugriff: 19. Oktober 2020.
- Stadt Bülach (2018) Postulat Samuel Lienhart und Mitunterzeichnende betreffend Prüfung von flankierenden Massnahmen nach Ausbau Hochleistungsstrasse Hardwald, Antwort des Stadtrates, Bülach.
- Stölzle, W., Weidmann, U., Klaas-Wissing, T., Kupferschmid, J., und Riegel, B. (2015) Vision Mobilität Schweiz 2050, ETH Zürich und Universität St. Gallen, St. Gallen.
- Swiss Economics Hochschule Luzern (2018) Sharing Economy und der Verkehr der Schweiz, *Forschungsprojekt SVI 2014/007*, Luzern.
- Taxito (2020) Hier gibt's Taxito, <https://www.taxito.com/web/de/standorte.html?site=11>, letzter Zugriff: 23. November 2020.
- TBA Bern (2018) Mikrozensus Mobilität und Verkehr: Velonutzung 2000–2015 im Kanton Bern, Bern.
- TCS (2020) Elektromobilität in der Schweiz: 250% mehr Zulassungen in einem Jahr, <https://www.tcs.ch/de/testberichte-ratgeber/ratgeber/elektromobilitaet/#:~:text=Elektromobilit%C3%A4t%20in%20der%20Schweiz%3A%20250,h%C3%B6chstens%20Anteil%20en%20Elektrofahrzeugen%20rangiert>, letzter Zugriff: 26. Oktober 2020.



- TNW (2019) Liebe zum Tram beginnt zu bröckeln – Rückgang der Fahrgäste, *Regionaljournal Basel Baselland*, Radio SRF1 am 4. April 2019.
- TUM/Gruner AG (2020) Auswirkungen des automatisierten Fahrens, *Teilprojekt 5: Mischverkehr*, Bern.
- Umweltbundesamt (2016) Rebound-Effekte: Wie können sie effektiv begrenzt werden? Dessau-Rosslau.
- Wang, B., Ordonez Medina, S. A., und Fourie, P. J. (2018) Operator and user perspectives on fleet mix, parking strategy and drop-off bay size for autonomous transit on demand, *Arbeitsbericht IVT, ETHZ*, Zürich.
- Winterthur (2019) Medienmitteilung: Stadt und SBB planen gemeinsam die langfristige Zukunft des Bahnhofs Winterthur, Departement Bau, Winterthur.
- Zah, R., und de Haan, P. (2013) Chancen und Risiken der Elektromobilität in der Schweiz, Zürich.
- Zhang, W., Guhathakurta, S., und Kahlil, E.B. (2018) The impact of private autonomous vehicles on vehicle ownership and unoccupied VMT generation, *Transportation Research Board 96th Annual Meeting*, 17–59, Washington D.C.
- ZHAW (2017) Weiterbildungslehrgang CAS in Logistikstrategie und Supply Chain Management, Vorlesungsmanuskript «Informationstechnologie», Winterthur.
- ZHAW (2020) Auswirkungen des automatisierten Fahrens, *Teilprojekt 6: Räumliche Auswirkungen*, Zürich.
- ZVV (2019) Strategie: 2022–2025 Grundsätze über die die mittel- und langfristige Entwicklung von Angebot und Tarif im öffentlichen Personenverkehr, Zürich.
- ZVV (2020) S-Bahn 2G, <https://www.zvv.ch/zvv/de/ueber-uns/projekte/s-bahn-2g.html>, letzter Zugriff: 22. Oktober 2020.