

Berufsbilder und Chancen für die Beschäftigung in einem automatisierten und digitalisierten österreichischen Mobilitätssektor 2040

Finanziert vom Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie

Karl-Heinz Leitner – AIT Austrian Institute of Technology
Tanja Bacher – 3s Unternehmensberatung
Stefan Humpf – 3s Unternehmensberatung
Andrea Kasztler – AIT Austrian Institute of Technology
Alexandra Millonig – AIT Austrian Institute of Technology
Wolfram Rhomberg – AIT Austrian Institute of Technology
Petra Wagner – AIT Austrian Institute of Technology

Wien, 31 Juli 2018



Partner



Impressum

Eigentümer, Herausgeber und Medieninhaber
Bundesministerium für Verkehr, Innovation und
Technologie
Abt. I.4, Mobilität und Verkehrstechnologien
A–1030 Wien, Radetzkystraße 2

Ansprechpartnerin
DI (FH) Sarah Bittner-Krautsack, MBA
Telefon: +43 1 71162-653211
E-Mail: sarah.bittner-krautsack@bmvit.gv.at
Website: www.bmvit.gv.at

Für den Inhalt verant- wortlich

AIT Austrian Institute of Technology GmbH
A–1210 Wien
Giefinggasse 4
Ansprechperson:
Univ.-Prof. Dr. Karl-Heinz Leitner
Telefon: +43 50550 4567
E-Mail: karl-heinz.leitner@ait.ac.at
Website: www.ait.ac.at

Haftung

Die Inhalte dieser Publikation wurden mit größtmöglicher Sorgfalt erstellt. Die bereitgestellten Inhalte sind ohne Gewähr. Das Ministerium sowie die Autorinnen und Autoren übernehmen keine Haftung für die Aktualität, Richtigkeit und Vollständigkeit der Inhalte dieser Publikation. Namentlich gekennzeichnete Beiträge externer Autorinnen und Autoren wurden nach Genehmigung veröffentlicht und bleiben in deren inhaltlicher Verantwortung.

Autor/innen

Karl-Heinz Leitner – AIT Austrian Institute of Technology GmbH
Tanja Bacher – 3s Unternehmensberatung GmbH
Stefan Humpl – 3s Unternehmensberatung GmbH
Andrea Kasztler – AIT Austrian Institute of Technology GmbH
Alexandra Millonig – AIT Austrian Institute of Technology GmbH
Wolfram Rhomberg – AIT Austrian Institute of Technology GmbH
Petra Wagner – AIT Austrian Institute of Technology GmbH

Inhalt

Abbildungsverzeichnis	6
Tabellenverzeichnis	7
Abkürzungen	8
Executive Summary	10
Executive Summary (English)	13
1. Einleitung	16
1.1. Projekthintergrund und Zielsetzung	16
1.2. Arbeitspakete und Methodik	17
2. Ausgangsbasis und Perspektiven	18
2.1. Das Themenfeld Automatisierung und Digitalisierung im Verkehr	18
2.1.1. Definition und Einführung	18
2.1.2. Auf dem Weg zur Automatisierung im Verkehr	19
2.1.3. Stufen der Automatisierung und Schlüsseltechnologien	20
2.1.4. Nationale FTI-politische Maßnahmen und Testumgebungen	22
2.1.5. Internationale Initiativen	24
2.1.6. Ausgewählte Trends der Digitalisierung	25
2.1.7. Sozio-technische Herausforderungen und mögliche Rebound-Effekte	26
2.2. Perspektiven für die Zukunft	28
2.2.1. Studien zu Szenarien und Perspektiven	28
2.2.2. Trends im Personen- und Güterverkehr	30
2.2.3. Zukunftsszenarien und deren Auswirkungen auf Mobilitätsentwicklungen	32
2.3. Studien zu Berufsbildern und Qualifikationsanforderungen	33
2.3.1. Befunde zentraler Studien	33
2.3.2. Statistiken zur Entwicklung von Beschäftigung und Arbeit im Kontext von Digitalisierung und Automatisierung	36

3. Szenarien als Rahmen für die Analyse der Effekte auf Beschäftigung und Qualifikation	39
3.1. Methode	39
3.2. Die drei Szenarien im Detail	40
3.2.1. Szenario 1: „Vorwärts 2040“	40
3.2.2. Szenario 2: „Lokales Leben“	43
3.2.3. Szenario 3: „Digitale Kluft“	46
3.3. Beschäftigungs- und Qualifikationseffekte entlang der Szenarien	49
3.3.1. Szenario 1: „Vorwärts 2040“	49
3.3.2. Szenario 2: „Lokales Leben“	52
3.3.3. Szenario 3: „Digitale Kluft“	53
3.3.4. Bewertung der Szenarien	55
3.4. Gesamtbild: Szenario-übergreifende Befunde	56
3.4.1. Beschäftigung	56
3.4.2. Berufsbilder	57
3.4.3. Kompetenzen	57
3.4.4. Qualität der Arbeit	58
3.4.5. Gender	59
3.4.6. Zusammenfassende Einschätzung der Entwicklung von Berufen und Berufsbildern	60
4. Schlussfolgerungen und Empfehlungen	62
4.1. Handlungsfelder für Politik und Interessensverbände	62
4.1.1. Gesamtstrategie für Mobilität	62
4.1.2. Mobilitäts- und Verkehrspolitik	63
4.1.3. FTI-Politik	63
4.1.4. Arbeitsmarkt- und Sozialpolitik	64
4.1.5. Bildungspolitik	65
4.2. Schlussfolgerungen für Unternehmen	67
5. Referenzen	69
6. Anhang	74
6.1. Liste der an der Konsultation teilnehmenden Unternehmen und Organisationen	74
6.1.1. ExpertInnenengespräche	74
6.1.2. ExpertInnenworkshops	74

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Aufgliederung der betrachteten Studien nach Erscheinungsdatum, thematischen Schwerpunkten, Analyseverfahren und regionaler Zuordnung	28
Abbildung 2: Überblick über die drei Szenarien	40

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht Studienquellen	29
Tabelle 2: Szenariodimensionen	32
Tabelle 3: JRC-Projektionen für Beschäftigung im Transport in Österreich (nach Sektoren)	37
Tabelle 4: Anteil verschiedener Qualifikationsebenen im Transport in Österreich und der EU	38
Tabelle 5: Charakteristika der Verkehrsträger im Szenario 1 „Vorwärts 2040“	42
Tabelle 6: Charakteristika der Verkehrsträger im Szenario 2 „Lokales Leben“	45
Tabelle 7: Charakteristika der Verkehrsträger im Szenario 3 „Digitale Kluft“	47
Tabelle 8: Bewertungen der Szenarien	55
Tabelle 9: Zusammenfassung Einschätzung der Entwicklung bestehender Berufe in den Szenarien	60
Tabelle 10: Liste der Unternehmen und Organisationen mit denen ExpertInnengespräche geführt wurden	74
Tabelle 11: An den Workshops teilnehmende Unternehmen und Organisationen	74

Abkürzungen

Abkürzung	Bedeutung
AI	Artificial Intelligence
AD	Automatisierung und Digitalisierung
AF	Automatisiertes Fahren
AV	Autonomous vehicle
BMDW	Bundesministerium für Digitalisierung und Wirtschaftsstandort
BMVIT	Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie
BMWFW	Bundesministerium für Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft
FAV	Fully autonomous vehicle
F&E	Forschung und Entwicklung
FTI	Forschung, Technologie und Innovation
IKT	Informations- und Kommunikationstechnologien
IT	Informationstechnologie
IoT	Internet of Things
Kfz	Kraftfahrzeug
KI	Künstliche Intelligenz

Abkürzung	Bedeutung
Lkw	Lastkraftwagen
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
RTI	Research, Technology and Innovation
SAE	Society of Automotive Engineers
VAF	Vollautonome Fahrzeuge (VAF)

Executive Summary

Der zunehmende und kombinierte Einsatz digitaler Technologien und die Ausweitung der Einsatzgebiete eben dieser ist im Begriff einen nachhaltigen Strukturwandel hervorzurufen, der kaum einen Bereich des beruflichen, öffentlichen und privaten Lebens unberührt lässt. In der produzierenden Wirtschaft werden die Veränderungen aufgrund der Digitalisierung häufig unter dem Begriff „Industrie 4.0“ zusammengefasst. Digitale Technologien erfassen jedoch auch den Mobilitätssektor und verändern die gesamte Wertschöpfungskette und das Mobilitätsverhalten der Individuen. Dies betrifft alle Verkehrsträger, also Straße, Schiene, Wasserstraße und Luft und auch die Intermodalität der unterschiedlichen Verkehrsträger. Neue Technologien ermöglichen die Entwicklung und Durchsetzung von innovativen Produkten und Dienstleistungen, die in Kombination mit verändertem KonsumentInnenverhalten zu völlig neuartigen Mobilitätskonzepten führen. Autonomes Fahren ist dabei die derzeit sich abzeichnende weitreichendste technologische Entwicklung.

Zahlreiche Studien beschäftigen sich jüngst mit der Zukunft der Mobilität und adressieren dabei die Auswirkungen des technologischen Fortschritts. Dabei wird vielfach nicht zwischen Verkehrsträgern unterschieden, auch, da die technologischen Entwicklungen viele Bereiche gleichermaßen betreffen und Mobilität zunehmend als verkehrsträgerübergreifendes Gesamtsystem gedacht wird. Für zukünftige Entwicklungen der Mobilität können drei große Einflussbereiche unterschieden werden, die sowohl den Güter- als auch den Personenverkehr betreffen werden. Dabei handelt es sich um i) angebotsseitige Trends, zu denen insbesondere technologische Entwicklungen und damit verbundene Veränderungen in den Mobilitätsangeboten zählen, ii) nachfrageseitige Trends, die vor allem Veränderungen in den Einstellungen und Lebensrealitäten umfassen und iii) übergeordnete Trends, welche sowohl das Angebot als auch die Nachfrage beeinflussen, wie etwa Nachhaltigkeitsziele.

Das Zusammenwirken dieser Entwicklungen wird den Mobilitätssektor zukünftig nachhaltig und massiv verändern und hat große Auswirkungen auf Arbeit und Beschäftigung. Während über das Ausmaß der Ersetzbarkeit von Berufen durch digitale Anwendungen in der Literatur keine Einigkeit besteht, wird als fix angenommen, dass sich die Inhalte von Berufen hin zu anspruchsvollen Tätigkeiten verschieben und dass einzelne weitgehend durch Digitalisierung ersetzbare Berufe stark an numerischer Bedeutung verlieren werden. Folglich ändern sich auch die Anforderungen des Arbeitsmarkts an alle Bereiche der allgemeinen und beruflichen Bildung. Digital Literacy, hier verstanden als die Fähigkeit, Aufgabenstellungen in einer digitalen Umgebung zu lösen, wird zu einer unverzichtbaren Grundkompetenz.

In beinahe allen Studien, die sich mit den Effekten der Digitalisierung und Automatisierung befassen, wird davon ausgegangen, dass die zunehmende Verwendung von digitalen Arbeitsmitteln bzw. Nutzung digitaler Technologien zu einer zunehmenden „Flexibilisierung, Dezentralisierung und Entgrenzung von Arbeit“ führen kann. Dies betrifft nicht nur die Arbeitszeit und den Arbeitsort, sondern auch Arbeitsumfang und konkrete Tätigkeiten in den verschiedenen Berufen. So ist nicht nur von einer zunehmenden Verwischung der Grenzen zwischen Berufen die Rede, sondern es ist auch anzunehmen, dass es innerhalb von Berufen Tätigkeiten gibt, die sich im Zuge der Digitalisierung nicht oder erst im Verlauf der Zeit ersetzen lassen. Die Arbeitswelt verändert sich somit nicht ad hoc, sondern schleichend: die Veränderung der Arbeitsorganisation ist nicht nur den technischen Entwicklungen ausgeliefert, sondern verfügt über Möglichkeiten der aktiven Gestaltung während des Veränderungsprozesses, vor allem durch Vereinbarungen und gemeinsame Lösungen von ArbeitnehmerInnen und ArbeitgeberInnen.

Für weiterführende Analysen der Analyse der Effekte der zunehmenden Digitalisierung und Automatisierung des österreichischen Mobilitätssektors auf Beschäftigung und Arbeit wurden in der vorliegenden Studie drei Szenarien mit dem Zeithorizont 2040 entwickelt, die mit verschiedensten Stakeholdern aus allen Verkehrsträgern sowie des Güter- und Personenverkehrs diskutiert und bewertet wurden. Für die drei Szenarien wurden in drei Workshops Beschäftigungs- und Qualifikationseffekte erarbeitet. Die wesentlichen Ergebnisse können wie folgt beschrieben werden:

Szenario 1 „Vorwärts 2040“: In diesem Szenario kommt es infolge eines anhaltenden Wirtschaftswachstums und dem steigenden Angebot von autonomen Fahrzeugen zu einem weiteren Anstieg des pro-Kopf-Verkehrs. Die entscheidende Technologie ist das völlig autonome Fahrzeug – eines, das an jedem Ort ohne menschliche Hilfe fährt. Aber auch in den Bereichen Luft, Schiene und Wasser sind autonome Transportmittel technologisch zur Gänze ausgereift. Schnellere Breitbandgeschwindigkeiten sorgen dafür, dass vollautonome Fahrzeuge (VAF) ordnungsgemäß funktionieren, insbesondere in städtischen Umgebungen. Automatisiertes Fahren kommt dabei im privaten, gewerblichen und öffentlichen Bereich zur Anwendung. Der pro-Kopf-Verkehr sowie der Güterverkehr steigen deutlich an.

Hohe Automatisierung erfordert in diesem Szenario ein höheres Ausmaß an Beschäftigten in den Bereichen Instandhaltung und Wartung, aber insbesondere auch in allen mobilitätsbezogenen IT-Berufen. Klassische Berufe wie KraftfahrerInnen werden entweder verschwinden oder sich durch deutlich veränderte Aufgabengebiete auszeichnen. Berufsbilder werden

internationaler und verwischen zusehends, klare Trennungen zwischen verschiedenen Berufsbildern sind seltener anzutreffen. Generell ist mit deutlich höheren Serviceanforderungen zu rechnen, die sich in allen Berufsbildern und Berufsbe-
reichen abbilden werden. Dazu gehören auch völlig neue Serviceanforderungen durch verstärkte Sharing-Konzepte.

Im Allgemeinen wird im Szenario „Vorwärts 2040“ mit einer Verbreiterung der Management-Aufgaben gerechnet, in Verbindung mit technischen Anforderungen bedeutet das einen hohen Bedarf an Kombinationen und Integration von Kompetenzen, etwa von IT und Wirtschaftskompetenzen, soziale Kompetenzen und Management-Know-how. Generell werden IT-Kompetenzen zu einer Kernkompetenz von Verkehrsbetrieben, Mobilitätsunternehmen und Transportunternehmen, was mit einer deutlichen Zunahme von Tätigkeiten in den Bereichen Datenerhebung und Datenwartung, Datenauswertung und Sensorik, IT und Physical Internet (ein offenes Logistiksystem, das auf physischer, digitaler und operativer Interkonnektivität basiert) zusammenhängt.

Szenario 2 „Lokales Leben“: Das Szenario charakterisiert sich durch einen signifikanten Aufschwung und eine spezifische Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT) – durch bessere und schnellere Datenverbindungen, Apps und Internet of Things. Dadurch werden Ortsveränderungen weniger notwendig, da Wege durch Telepräsenz substituiert werden. In der Industrie wird vermehrt 3D-Druck verwendet, wodurch weniger Transport von Komponenten erforderlich wird. Insgesamt sinkt der pro-Kopf-Verkehr in diesem Szenario deutlich, was auch durch Maßnahmen wie Straßenbenützungsgebühren unterstützt wird. Getragen wird diese Entwicklung durch ein verstärktes lokales Lebensgefühl, das zu einem umweltbewussteren und verantwortungsbewussteren Lebensstil beiträgt. Durch das steigende Umweltbewusstsein kommt es zu einer Verlagerung vom privaten zum öffentlichen Verkehr.

Auch in diesem Szenario werden IT-Kompetenzen zu den wichtigsten Grundvoraussetzungen für eine zukünftige Beschäftigung und die Entwicklung von Berufsbildern. Allerdings eröffnet ein geändertes Mobilitätsverhalten auch Chancen für neue Jobmöglichkeiten in Sekundärbereichen der Mobilität, wie etwa im Bereich Facility Management auf lokaler bzw. regionaler Ebene oder der Wartung und Reparatur, wobei hier auch alternative Verkehrsträger verstärkt an Bedeutung gewinnen. Beratungsdienstleistungen umfassen auch den zunehmenden Online-Handel. Durch entsprechende Rückverlagerung der Produktion entstehen auch Beschäftigungschancen für niedrig qualifizierte Personen in der Produktion und im Mobilitätssektor.

Die Transformation vieler bestehender Berufsbilder ist auch in diesem Szenario zu erwarten, steigende Serviceanforderungen prägen viele Berufsbilder der Zukunft. Systemdenken und soziale Kompetenzen stehen dabei im Vordergrund, IT ist auch hier eine wesentliche Grundkompetenz.

Szenario 3 „Digitale Kluft“: Stagnierendes Wirtschaftswachstum und steigende gesellschaftliche Disparitäten kennzeichnen dieses Szenario. Wenngleich automatisierte und digitale Mobilitätsanwendungen entwickelt werden, setzen sich diese aufgrund mangelnder Kaufkraft von Teilen der Bevölkerung nicht in vollem Umfang durch. Autonome Fahrzeuge werden damit nur von einer kleinen kaufkräftigen KundInnenschicht nachgefragt, gewinnen aber im gewerblichen Bereich an Bedeutung, dort vor allem zur Reduktion von Personalkosten. Dies führt insgesamt zu einem Rückgang des Pro-Kopf-Verkehrs. Die Sharing Economy gewinnt in einem derartigen Umfeld stark an Bedeutung, ein gewisser Anteil nutzt aber auch öffentliche Verkehrsmittel. Unternehmen nützen digitale Technologien für ein weiteres Outsourcing, Individuen arbeiten häufig als Freelancer von zu Hause, was insgesamt zu nur geringen Verkehrszuwächsen führt.

Wenngleich im gewerblichen und industriellen Umfeld eine Höherqualifizierung stattfinden wird und Nachfrage nach höherqualifizierten Beschäftigten zu erwarten ist, gibt es gleichzeitig eine stärkere Beschäftigung von niedrig qualifizierten Arbeitskräften, allerdings zu deutlich verschlechterten Arbeitsbedingungen. Insbesondere Berufe im Bereich Sicherheit erfahren eine Bedeutungszunahme, einerseits um das gesteigerte Sicherheitsbedürfnis in der Mobilität abzubilden, andererseits auch durch höhere Risiken des Mischverkehrs. Es wird davon ausgegangen, dass autonome Fahrzeuge und individuell gesteuerte Fahrzeuge gleichermaßen im Einsatz sind. Der Versuch einer Reduzierung gesellschaftspolarisierender Entwicklungen wird in vielen Maßnahmen Berücksichtigung finden, dennoch werden klassische manuelle Tätigkeiten neben hochautomatisierten Tätigkeiten bestehen.

Während für Berufe, die Nutznießer der Digitalisierung und Automatisierung sind, die Arbeitsbedingungen flexibler und besser werden, kommt es in diesem Szenario bei anderen Tätigkeiten verstärkt zu Freelance- und Crowdfunding-Modellen, die auch in Richtung Selbstausbeutung und geringer sozialer Sicherheit führen können. Hoher Druck an Arbeitsmarkt könnte auch dazu führen, dass für einige Tätigkeiten überqualifizierte Arbeitskräfte eingesetzt werden.

Die Diskussion und Bewertung der drei zum Teil recht gegensätzlichen Szenarien hat zugleich viele Parallelen zwischen den Szenarien illustriert, sodass ein Szenario-übergreifendes Gesamtbild für die Zukunft von Berufsbildern und Beschäftigung im Mobilitätssektor gezeichnet werden kann: KraftfahrzeugfahrerInnen und TriebfahrzeugführerInnen werden jedenfalls von Automatisierung und Digitalisierung stark betroffen sein, die Nachfrage nach diesen Berufen wird merklich

zurückgehen. FahrerInnen und LenkerInnen werden jedoch auch in Zukunft benötigt, vor allem für die sogenannte Last-Mile. Gleichzeitig wird es eine Aufwertung vieler vor- und nachgelagerter Berufe geben: KundInnenbetreuerInnen bzw. MitarbeiterInnen im Bereich Services, IT und Automatisierung, aber auch im Bereich physischer und digitaler Sicherheit können angeführt werden. Generell wird davon ausgegangen, dass der Bedarf an höher qualifizierten Arbeitskräften steigen wird; ArbeitnehmerInnen, die dem Umstieg auf modifizierte Tätigkeiten nicht schaffen, werden jedoch schlechtere Chancen am Arbeitsmarkt haben.

Weiters wird in allen drei Szenarien davon ausgegangen, dass sich neue Berufsbilder entwickeln werden. Den Beruf der „Remote-ÜberwacherInnen“ wird es etwa in jedem Szenario geben. Weiters wurden in allen Szenarien höhere Serviceanforderungen als wesentliche Entwicklung genannt, die nicht nur zu neuen Berufsbildern führen könnten, sondern auch zu massiven Veränderungen in der Tätigkeitsstruktur bestehender Berufe. Daten aller Art werden zu wichtigen Erfolgsfaktoren von Mobilitäts- und Transportunternehmen, wobei unterschiedliche Strukturen und Verhaltensmuster in der Mobilität maßgeschneiderte Mobilitätsdienstleistungen für individuelle Kundenbedürfnisse ermöglichen werden.

Grundsätzlich verlangt die steigende Komplexität von Berufen in der Mobilität, - etwa durch höhere Serviceanforderungen, IT-Durchdringung und Zunahme von Mobilitätsdienstleistungen -, verbesserte Kompetenzen im Bereich des Mobilitätssystems, wobei zwischen Personen unterschieden werden kann, die sich im Transportsystem bewegen oder dieses steuern und überwachen. Höhere Serviceorientierung verlangt verbesserte soziale Kompetenzen. Und schließlich ist IT als Grundkompetenz in allen Berufsbildern verankert. In Hinblick auf diese Kompetenzanforderungen müssen Ausbildungsprozesse deutlich flexibler gestaltet werden, damit entsprechend auf neue technologische und Systemänderungen eingegangen werden kann. Ein Erneuerungszyklus von Lehrplänen von bis zu zehn Jahren kann dem schnell fortschreitenden Wandel nur ungenügend Rechnung tragen. Auch die Umschulung bestehender MitarbeiterInnen im Umgang mit digitalen Systemen erfordert neue Zugänge für die Re-Qualifizierung.

Den sich abzeichnenden Veränderungen der Arbeitswelt im Bereich der Mobilität trägt das Kapitel Schlussfolgerungen und Empfehlungen Rechnung. Das Studienteam adressierte dabei konkrete Handlungsfelder für Politik und Interessensverbände (Mobilitäts- und Verkehrspolitik, FTI-Politik, Arbeitsmarkt- und Sozialpolitik, Bildungspolitik) sowie für Unternehmen. Generell sind verbesserte Kommunikation und entsprechende Maßnahmen zur Abschätzung von Entwicklungen notwendig, um sich für die Herausforderungen des Mobilitätssektors in Österreich zu wappnen. Dazu benötigt Österreich eine grundlegende Vision und gesamthafte Strategie für die automatisierte und digitalisierte Mobilität, damit die sich bietenden Chancen sowie die Risiken eines automatisierten und digitalisierten Mobilitätssystems aufgezeigt werden können – letztere, um sie durch strategische Maßnahmen möglichst zu vermeiden. Innerhalb der Gesamtstrategie sollten die Menschen und ihre Bedürfnisse als zentrale Perspektive gelten, weiters muss aber auch die Kooperationskultur gefördert werden.

Die Förderung der Entwicklung neuer Technologien ist ein wichtiges Element im Kontext des digitalen Wandels für den Mobilitätssektor. FTI gilt als „Game Changer“ für die Transformation des Verkehrs- und Mobilitätssystems. Auch hier geht es um die Förderung der Kooperationen von „unüblichen“ Partnern zur Etablierung digitaler Geschäftsmodelle mit disruptivem Potential.

Die Arbeitsmarkt- und Sozialpolitik muss sich der Diskussion zwischen extrem hoher geforderter Flexibilität und klassischen Arbeitszeitmodellen mit fixen Entlohnungsschemata stellen. Digitalisierung darf in diesem Zusammenhang nicht als „hippe Verpackung für Sozialdumping“ missbraucht werden, sondern es geht um die Ausgestaltung von neuen Spielregeln in der Arbeitsmarkt- und Sozialpolitik. Gefährdete Personengruppen bedürfen einer spezifischen Unterstützung im Wandlungsprozess, um gesellschaftliche Spaltungsprozesse zu verhindern.

Digitalisierung und die geringe Attraktivität von Mobilitätsberufen sind zentrale Herausforderungen für die Bildungspolitik. Insbesondere die Etablierung einer entsprechenden IT-Grundausbildung bereits im Primar- und Sekundarschulwesen wäre anzustreben, um in Hinblick auf „digital literacy“ international konkurrenzfähig zu sein. Da jedoch gerade im Bildungssystem die langfristige Entwicklung schwer vorherzusehen ist und Bildungsangebote in der Regel eine langfristige Perspektive haben, sollte es modulare Bildungsoptionen (in der Berufsbildung und in der Weiterbildung) geben, die zu flexiblen Berufsbildern führen. In der Gestaltung von zukünftigen Berufsbildern sind jedenfalls die Unternehmen einzubeziehen.

Auf Unternehmensseite ist es eine zentrale Herausforderung schließlich, Möglichkeiten digitaler Technologien nutzbar zu machen und den sich abzeichnenden Wandel proaktiv zu gestalten. Die digitale Transformation erfordert vielfältige Maßnahmen, neuartige Geschäftsmodelle und Kooperationsformen, nicht zuletzt um sich bietende Chancen zu nutzen, Service- und KundInnenorientierung umzusetzen, und technische Standardisierung und Datenaustausch zu gewährleisten. Auch die unternehmensspezifische Rolle in der Gestaltung von Bildungsmaßnahmen und innovativer Arbeitszeitmodelle muss berücksichtigt werden.

Executive Summary (English)

The rise of digital technologies and their increasing combination as well as the extension of application fields is about to induce a far-reaching structural change, affecting multiple areas such as professional, public and private life. In the production sector, changes based on digitalization trends are usually denoted as “industry 4.0”. Digital technologies are however also transforming the mobility sector, altering the whole value chain and the mobility behavior of individuals. This affects each mode – road, rail, water and air – as well as intermodality combining different modes. New technologies enable developing and establishing of innovative products and services, which – regarding changing consumer behavior – can result in completely new mobility concepts. In this context, autonomous driving is seen as the most disruptive technological development.

Numerous studies have recently been exploring the future of mobility, focusing on the impact of technological progress. Today, studies hardly distinguish between carriers, mainly because the developments affect many areas similarly and transport is increasingly regarded as a multimodal system. In general, studies suggest three major influence areas affecting passenger and freight transport: i) supply trends, especially technological trends and related changes in mobility services, ii) demand trends, in particular changing attitudes and lifestyles, and iii) meta trends influencing both supply and demand, e.g. sustainability goals.

The mutual influences of these trends will massively affect the mobility sector and will have major consequences for the labor market and employment. While there is still controversy in the literature about the extent of jobs being replaced by digital applications and processes, it is expected that the content of occupations is moving to more elaborated activities and that specific jobs will substantially diminish due to digitalization. As a consequence, the demands of the job market on general and professional education are changing. “Digital Literacy”, meaning problem solving abilities in a digital environment, becomes an essential core competence.

With growing usage of digital working equipment and automation, almost all related studies focusing on the effects of digitalization and automation expect an increase in flexibility, decentralization and blurring of working boundaries. This affects not only working times and places of work, but also work volume and concrete activities in different jobs. This leads to increasingly blurring boundaries between jobs; in addition, it is expected that the substitution of certain activities within jobs will only be possible after some time or not at all. Working environments are therefore not changing rapidly, but slowly: the transformation of the employment system is not only determined by technological development, but offers opportunities to actively steer the transformation process, in particular by agreements and joint solutions achieved between employers and employees.

To thoroughly analyze the effects of increasing digitalization and automation of the Austrian mobility sector on employment and work, this study developed three scenarios addressing passenger and freight transport for a time horizon until 2040. These scenarios have been discussed and evaluated with stakeholders from different transport mode sectors during three workshops focusing on expected impacts on employment and qualification. The main results are as follows:

Scenario 1 “Driving Ahead” (“Vorwärts 2040”): in this scenario, steady economic growth and increasing availability of autonomous vehicles leads to additional boost of vehicle travel per capita. The determining technology is the self-driving car capable of driving without any human person present. In addition, autonomous vehicles for air, water and rail transport have also been brought to technological maturity. High speed broadband connections ensure the frictionless functioning of fully autonomous vehicles (FAVs), especially in urban environments. Autonomous driving is hence widely used for private, commercial and public transport, leading to increased levels of traffic for both passenger and freight transport.

High levels of automation in this scenario result in high employment levels for inspections and maintenance, but also especially in all mobility-related information technology (IT) professions. Conventional jobs such as drivers will either disappear completely or transform substantially into new roles. Job profiles will become internationalized and blurred; clear distinctions between job profiles become rarer. In general, higher requirements regarding quality of service are expected for all areas and profiles. This also includes new emerging service requirements introduced by sharing concepts.

Overall, the scenario “Driving Ahead” expects an expansion of managerial tasks. In addition to engineering competences there will be a high demand for a combination and integration of diverse competences, such as IT and economic competences, social competences and management know how. In general, IT competences will become core competences for transport system operators as well as mobility and freight service providers, which is related to a significant increase of activities in the areas of data collection, data analysis, data management, sensor technology, IT and physical internet (open logistics system based on physical, digital and operational connectivity).

Scenario 2 “Live Local” (“Lokales Leben”): The scenario is characterized by a dramatic rise of information and communication technologies (ICT) supported by high speed connectivity, apps and internet of things (IoT). This digital connectivity makes actual physical travel less important, as trips are replaced by telepresence. Industrial processes increasingly use 3D printing, which reduces the requirement of shipping components. In total, per capita transport is significantly decreasing in this scenario, which is also fostered by road pricing. This development is supported by a general local attitude of life, which leads to more sustainable and responsible life styles. This increased environmental awareness causes a shift from private to public transport.

IT competences become central prerequisites for future employment and the development of new job profiles also in this scenario. Moreover, the transformed mobility behavior patterns create new job opportunities in secondary fields of mobility, such as facility management on the local or regional level, or in the area of maintenance and repair, which grows more important for alternative modes of transport. Increasing e-commerce also raises the demand for consulting services. With higher focus on local production, there are also new chances for low-skilled workers on the production and transport sector.

This scenario also sees a transformation of many existing professions, and increasing service orientation defines many job profiles of the future. Systematic thinking and social competences become more important, and IT also becomes a core competence.

Scenario 3 “Digital Divide” (“Digitale Kluft”): Economic stagnation and growing societal disparities are characteristic for this scenario. Although autonomous and digital mobility solutions are being developed, they fail to fully succeed due to the limited financial resources of parts of the population. In passenger transport, autonomous vehicles are therefore only used by a small, well-funded group; however, they gain increasing importance for freight transport as this allows a reduction of personnel costs. Overall, this results in decreasing per capita transport. Sharing economy thrives in this environment, another part of the population uses mainly public transport. Companies use digital technologies for further outsourcing, with individual persons working more and more as freelancers at their home office, which also contributes to limited growth of traffic.

Although commercial and industrial environments call for higher qualifications raising the demand for higher trained employees, there is also an increasing demand for low-skilled workers, albeit at significantly worse working conditions. Especially professions in the area of safety and security gain more importance, partly to address increased security requirements in mobility, and partly due to safety risks caused by mixed traffic. In this scenario it is expected that conventional cars and autonomous vehicles are used simultaneously. Attempts to reduce socially polarizing developments will be followed, but it is assumed that classical manual work will coexist with highly automated tasks.

While professions benefitting from digitalization and automation will show improvements in flexibility and working conditions, other jobs in this scenario will increasingly follow freelancing and crowd working concepts, which can result in effects like self-exploitation and limited social security. High pressure on the job market can also lead to the use of over-qualified workers for specific tasks.

Although illustrating quite opposing visions, the discussion and evaluation of the scenarios showed several parallel findings for all scenarios. Hence, the results can draw a comprehensive picture of the future of professions and employment in the transport sector across all scenarios: drivers of vehicles on road and railways will be heavily affected by digitalization and automation and the demand for these professions will significantly decrease. However, drivers will still be necessary in the future, especially for the so called last mile. At the same time, jobs upstream and downstream of mobility services will receive higher valuation: service staff in the areas of customer relations, IT and automation as well as physical and digital safety and security will benefit. In general, the demand for higher qualifications of employees is expected to increase; workers failing to adapt to the changing demand will however find worsening working conditions.

Another finding drawn from all three scenarios is that new job profiles will emerge. Jobs like for instance “remote supervision” will be required in all three scenarios. Moreover, each scenario concludes that higher service requirements can be expected, leading not only to new job profiles, but also to significant transformation of current jobs. The use of data will become an important success factor for transport operators and transport service providers, with different structures and behavior patterns will offer opportunities for customized mobility service offers.

In general, the increasing complexity of professions in the mobility sector – due to higher service requirements, IT penetration rate and a growing amount of different mobility services – demands improved competences in the field of transportation systems. Basically, it can be distinguished between individuals working on them move in the systems and individuals who have to control and supervise the system. Increased service quality requires improved social competences.

IT competences, finally, is a core competence required for basically all professions. In the light of these expected requirements, education systems have to be redesigned in more flexible way in order to allow for new technological and system transformations. Renewal cycles of curricula of up to ten years are not sufficient to adequately adjust to the rapidly evolving transformation. Retraining of current employees to handle digital systems also requires new approaches for achieving requalification.

The final Chapter “Conclusions and Recommendations” (“Schlussfolgerungen und Empfehlungen”) focuses on the observable changes of the work environment in the area of mobility. Here, the study team describes concrete fields of action for policy and stakeholder groups (mobility and transport policy, research, technology and innovation (RTI) policy, employment and social policy, education policy) as well as for the industry. Overall, measures for improving communication and improved approaches for assessing developments are necessary to meet the challenges of a changing mobility sector in Austria. To achieve this, Austria needs to develop a basic vision and comprehensive strategy for digital and automated mobility in order to identify chances and risks caused by an automated and digitalized mobility system – the latter especially to enable strategic measures to avoid negative consequences. Within this general strategy, the human perspective should become the central principle; in addition, cooperation environments should be fostered.

Supporting the development of new technologies is a crucial element in the context of digital transformation in the mobility sector. RTI is regarded as a “game changer” for the transformation of the transport and mobility system. Also in this context, cooperation between “unconventional” partners needs to be supported in order to establish digital business models showing disruptive potential.

Employment and social policy needs to face debates concerning the demand for increasing flexibility against classical working time models with fixed salary schemes. Digitalization should not be misused as a “hip cover for social dumping”; instead, new rules for employment and social policy need to be designed. Jeopardized groups have to be specifically supported in the transformation phase to avoid the development of social disparities.

Digitalization and the currently limited attractiveness of professions in the mobility sector are central challenges in education policy. Establishing an adequate basic IT education in the primary and secondary educational level is needed to remain internationally competitive regarding “digital literacy”. However, as long-term developments are hard to predict and educational offerings are usually designed towards a long-term perspective, flexible job profiles should be achieved by modular training options (for occupational training as well as continuing education). In any way, companies should be involved in the definition of future job profiles.

A crucial challenge for companies is to make use of the opportunities provided by digital technologies and to actively influence the emerging transformation. Digital transformation requires numerous measures, novel business models and forms of cooperation to benefit from new chances, realize service and customer focus and ensure technical standardization and data exchange. In addition, company-specific roles in designing educational measures and innovative working time models have to be considered.

1. Einleitung

1.1. Projekthintergrund und Zielsetzung

Autonomes Fahren und Digitalisierung im Mobilitätssektor sind derzeit Themen, die in Bezug auf das Innovationspotenzial und die Innovationspolitik sehr hohe Aufmerksamkeit genießen. Große Hoffnungen werden damit verknüpft, die sich zum einen auf die Realisierung technologischer Visionen und zum anderen auf ökonomische Potenziale beziehen. Andererseits entstehen aber auch Risiken, die häufig auch mit wichtigen gesellschaftspolitischen Anliegen in Verbindung stehen. Eines davon ist die Frage der möglicherweise auch negativen Auswirkungen auf Berufe und Beschäftigung.

Neue technologische Entwicklungen und insbesondere die Digitalisierung erfassen den Mobilitätssektor und verändern die gesamte Wertschöpfungskette und das Mobilitätsverhalten der Individuen. Dies betrifft alle Verkehrsträger, also Straße, Schiene, Wasserstraße und Luft und auch die Intermodalität der unterschiedlichen Verkehrsträger. Neue digitale Technologien und Antriebstechnologien ermöglichen die Entwicklung und Durchsetzung von neuen Produkten und Dienstleistungen, die in Kombination mit verändertem KonsumentInnenverhalten zu völlig neuartigen Mobilitätskonzepten und -angeboten (Bsp. Car-Sharing) führen. Private und öffentliche AkteureInnen arbeiten derzeit intensiv an Produkten und Diensten im Kontext von autonomen Fahren, Elektromobilität und Logistikoptimierung.

Diese Veränderungen stellen die AkteureInnen entlang der gesamten Wertschöpfungskette – von der F&E über die Produktion und Erbringung der Dienste bis hin zur Entsorgung – vor zahlreiche Herausforderungen, die nicht nur neue Unternehmensstrategien und Geschäftsmodelle erfordern, sondern auch massive Auswirkungen auf die Beschäftigung und den Arbeitsmarkt haben. Es ist anzunehmen, dass sich bestehende Berufsbilder verändern, einige Berufe eventuell verschwinden und dafür neue entstehen werden. Diese Entwicklungen führen auch dazu, dass neuartige Anforderungen an die Qualifikation und Ausbildung der Arbeitskräfte als auch veränderte Arbeitsbedingungen und Arbeitszeiten im Mobilitätssektor zu erwarten sind.

Es geht demzufolge darum, die Chancen und Risiken dieser Entwicklungen zu analysieren und entsprechende Maßnahmen zu formulieren, um die Chancen erhöhen zu können und die Risiken zu minimieren. Die Chancen können darin gesehen werden, die Wettbewerbsfähigkeit des Wirtschaftsstandortes zu stärken und nachhaltig Beschäftigung zu sichern. Vor dem Hintergrund einer im internationalen Vergleich modernen und gut ausgebauten Verkehrsinfrastruktur, von jungen Dienstleistungsunternehmen, einer starken Automobilzulieferindustrie sowie einiger innovativer Technologieanbieter im Eisenbahnwesen ergibt sich dabei eine im Allgemeinen gute Ausgangsposition. Die Risiken bestehen in negativen Auswirkungen auf den Arbeitsmarkt, z.B. durch den Abbau von Dienstleistungsberufen im Mobilitätssektor.

Um diese Chancen und Risiken zu bewerten und entsprechende Maßnahmen vor allem in Bezug auf Arbeit und Beschäftigung zu definieren, nimmt die vorliegende Studie eine umfassende Analyse der möglichen Entwicklung des Mobilitätssektors bis 2040 unter Einbeziehung unterschiedlicher Stakeholder vor. Im Rahmen der Studie wird diese Analyse – methodisch auf einem perspektivischen, partizipativen Ansatz basierend – durchgeführt.

Konkret zielt die Studie vor oben skizzierten Hintergrund auf die zunehmende Automatisierung und Digitalisierung im Mobilitätssektor ab, insbesondere auf bereits sich abzeichnende und kommende Veränderungen in den für den Mobilitätssektor relevanten Berufsbildern bis zum Jahr 2040, sowie daraus resultierenden Chancen und Risiken für die Beschäftigung. Sie füllt dabei eine (noch) existierende Wissenslücke, da es bis dato kaum Studien zum Thema Beschäftigungseffekte in einem zusehends digitalisierten und automatisierten Mobilitätssektor gibt.

Im Zuge des Projektes wurden Trends und Szenarien in einem zusehends autonomen und digitalisierten Mobilitätssektor analysiert, drei mögliche Szenarien für einen automatisierten Mobilitätssektor ausgewählt, um basierend darauf, mit Unterstützung von ExpertInnen mittel- und langfristige Auswirkungen auf Berufsbilder und Beschäftigung im Mobilitätssektor abzuleiten. Schlussendlich wurden strategische Herausforderungen identifiziert und beschrieben, um folglich Chancen und Risiken bewerten und mögliche förderliche Rahmenbedingungen und Maßnahmen formulieren zu können.

1.2. Arbeitspakete und Methodik

Zur Umsetzung der Studie wurde folgender Zugang gewählt:

Im ersten Schritt erfolgte eine Analyse, welche Trends sich in Hinblick auf eine zunehmende Automatisierung und Digitalisierung im Mobilitätssektor erkennen lassen und welche Szenarien und Visionen dazu bereits insbesondere im europäischen Kontext existieren. Zudem wurden relevante Vorstudien und strategische Dokumente – insbesondere zu Berufsbildern und Beschäftigung im Mobilitätssektor – in Zusammenhang mit einer zunehmenden Automatisierung und Digitalisierung im Mobilitätssektor gesichtet, sowie auch neue Geschäftsmodelle und Sharing-Modelle im Forschungszusammenhang des Projektes als Grundlage für die ExpertInnenkonsultationen berücksichtigt (Arbeitspaket 1).

In weiterer Folge wurden relevante statistische Sekundärdaten zu Beschäftigung im Mobilitätssektor in tabellarischer/grafischer Form aufbereitet. Basierend auf den vorangegangenen Arbeitsschritten aus Desk Research und Datenanalyse erfolgte im Projektteam die finale Herausarbeitung von drei Szenarien und deren Beschreibung nach Einflussfaktoren, Nutzungskontexten und Hauptcharakteristika entlang der vier Teilbereiche des Mobilitätssektors (Straße, Schiene, Wasser, Luft). Die Definition von Szenarien ist die zentrale Basis für die Bewertung der Effekte der Digitalisierung und Automatisierung auf Beschäftigung und Arbeit im Mobilitätssektor. Der Szenarioansatz wurde gewählt, da klassische Prognoseverfahren bei einem Zeithorizont von mehr als zehn Jahren mit hohen Unsicherheiten behaftet sind und nicht in der Lage sind vielschichtige Wechselwirkungen zu erfassen. Bei der Entwicklung von Szenarien wird davon ausgegangen, dass es nicht eine Zukunft gibt, die prognostiziert werden kann, sondern unterschiedliche Entwicklungspfade möglich sind, deren Eintrittswahrscheinlichkeit ganz wesentlich von unterschiedlichen Faktoren abhängt, die jedoch in einem bestimmten Ausmaß beeinflusst und gestaltet werden können. Sodann wurden Interviews mit ExpertInnen sowohl aus dem Personen- wie auch Güterverkehrsbereich durchgeführt. Hierbei lag der Fokus einerseits auf der Abschätzung von qualitativen und quantitativen Beschäftigungseffekten nach den vier Teilbereichen des Mobilitätssektors und andererseits auf der Validierung und Ergänzung der entworfenen drei Szenarien (Arbeitspaket 2).

In den folgenden drei Sektorenworkshops (1 x Güterverkehr und 2 x Personenverkehr) wurde mit UnternehmensvertreterInnen und VertreterInnen der Forschung die Bedeutung der drei Szenarien für die Beschäftigung diskutiert. Dabei wurden folgende Dimensionen berücksichtigt: 1) Beschäftigung (GewinnerInnen/VerliererInnen/Mangel/neue Berufe), 2) Berufsbilder, 3) Kompetenzen, 4) Qualität der Arbeit und 5) Gender. Kernbotschaften wurden für jedes Szenario identifiziert, die wesentliche zu erwartende Entwicklungen in Hinblick auf Arbeit und Beschäftigung widerspiegeln. Die Ergebnisse der Sektorenworkshops und aus den Interviews wurden schlussendlich vom Projektteam zu einem Gesamtbild synthetisiert, welches mögliche mittel- und langfristige Auswirkungen der Automatisierung und Digitalisierung im Mobilitätssektor auf die Beschäftigung bis zum Jahr 2040 entwirft (Arbeitspaket 3).

Vor dem Hintergrund der definierten Szenarien bzw. der mögliche Auswirkungen der Automatisierung und Digitalisierung im Mobilitätssektor auf die Beschäftigung bis zum Jahr 2040 wurden in einem abschließenden Strategieworkshop strategische Herausforderungen diskutiert, Chancen und Risiken für Beschäftigung identifiziert sowie mögliche Handlungsoptionen für unterschiedliche Politikbereiche und für Unternehmen aufgezeigt, um Chancen bei der Transformation im Mobilitätssektor nutzen zu können und Risiken für die Beschäftigungsentwicklung zu vermeiden. An diesem Strategieworkshop nahmen über 20 VertreterInnen von Unternehmen, Interessensvertretungen, Forschung und Verwaltung teil.

Im Ergebnis liefert die Studie Szenarien und ein Gesamtbild zu möglichen Beschäftigungseffekten der Automatisierung und Digitalisierung im Mobilitätssektor bis zum Jahr 2040 und definiert Ansätze, die eine erfolgreiche Transformation im Mobilitätssektor möglich machen. Für Unternehmen liefert die Studie in Form von Szenarien einen fundierten Überblick über zu erwartende Auswirkungen der Automatisierung im Mobilitätssektor, die als Input für eigene Strategieprozesse verwendet werden können. Für die öffentliche Hand identifiziert die Studie Vorschläge zur Gestaltung unterstützender Rahmenbedingungen und Maßnahmen insbesondere in den Bereichen Arbeitsmarkt und Aus- und Weiterbildung, die eine erfolgreiche Transformation möglich machen.

Die Studie konzentriert sich auf den Mobilitätssektor im engeren Sinne, d.h. auf den Güter- und Personentransport und die dazu gehörigen Mobilitätsunternehmen. Nicht berücksichtigt wird der produzierende Bereich, d.h. die Herstellung von Kraftfahrzeugen und dgl. Im Rahmen der im Projekt organisierten Workshops war es dennoch notwendig, über den spezifischen Mobilitätssektor hinaus zu denken, da Mobilität Bestandteil des gesamten Wirtschaftslebens ist. Entsprechend gibt es auch Aussagen zu sekundären Berufsfeldern (Kfz-TechnikerInnen, Infrastrukturunternehmen etc.).

2. Ausgangsbasis und Perspektiven

2.1. Das Themenfeld Automatisierung und Digitalisierung im Verkehr

Neue technologische Entwicklungen in den Bereichen der Automatisierung, Vernetzung und Digitalisierung erfassen den Mobilitätssektor und verändern die gesamte Wertschöpfungskette und das Mobilitätsverhalten von Individuen. Dies betrifft alle Verkehrsträger und auch die Intermodalität der unterschiedlichen Verkehrsträger. Neue digitale Sensor- und Aktor-Technologien sowie (elektrische) Antriebstechnologien ermöglichen die Entwicklung und Durchsetzung von neuen Produkten und Mobilitätsdienstleistungen, die in Kombination mit verändertem Konsumverhalten zu völlig neuartigen Mobilitätskonzepten und -angeboten führen werden. Private und öffentliche Akteure arbeiten derzeit intensiv an Produkten und Diensten im Kontext von Elektromobilität, Logistikoptimierung und Automatisiertem Fahren.

Im Kontext dieser Megatrends der Mobilität von Morgen genießt das Themenfeld „Automatisiertes Fahren“ im internationalen und nationalen verkehrs- und FTI-politischen Diskurs eine sehr hohe Aufmerksamkeit. Alle namhaften Autobauer dieser Welt arbeiten intensiv an der Realisierung und Markteinführung automatisierter Fahrzeuge. Auch in Österreich sind zahlreiche Testinitiativen, Pilotversuche und Entwicklungsprojekte bereits am Laufen bzw. in Vorbereitung.

Große Hoffnungen werden mit diesem Themenkomplex verknüpft, die sich zum einen auf die Realisierung technologischer Visionen und zum anderen auf verkehrs-, umweltpolitische und ökonomische Potenziale beziehen. Andererseits bestehen aber auch Risiken und sozio-technische Herausforderungen, die häufig auch mit rechtlichen, ethischen und gesellschaftspolitischen Fragen in Verbindung stehen.

In diesem Kapitel wird der Themenkomplex „Automatisiertes Fahren“ (AF) als zentraler technologischer Trend aus verkehrs- und technologiepolitischer Sicht umrissen.¹ Nach Skizzierung des Status Quo, Definition und Skizzierung von Erwartungen in Zusammenhang mit AF werden internationale und insbesondere nationale Initiativen sowie FTI-politische Maßnahmen beschrieben und abschließend zukünftige Herausforderungen und Handlungsperspektiven andiskutiert. Im Fokus der Ausführungen steht das automatisierte bzw. autonome Fahrzeug. Im Weiteren werden ausgewählte Entwicklungen der Digitalisierung skizziert, die in engen Konnex zum Automatisierten Fahren stehen aber auch davon unabhängige Entwicklungen und Anwendungen darstellen.

2.1.1. Definition und Einführung

„Autonomes Fahren“ (AF) meint im Wesentlichen die Fortbewegung von Fahrzeugen, mobilen Robotern und fahrerlosen Transportsystemen, die sich weitgehend selbstständig und unabhängig verhalten. Im Straßenverkehr wird „Automatisiertes Fahren“ mit Kraftfahrzeugen assoziiert, die Lenk-, Blink-, Beschleunigungs- und Bremsmanöver längs- und quer der Fahrspur ohne menschliches Zutun durchführen können. Automatisiertes Fahren stellt eine untergeordnete Stufe des autonomen Fahrens dar, bei welcher das System noch nicht unabhängig agieren kann und nur bestimmte Funktionen automatisiert ausgeführt werden können.“

Fahrzeuge, die für den Transport gedacht sind und ohne FahrerIn auskommen sind in der Industrie und Logistik bereits weit verbreitet und suchen auf genau definierten Gebieten ihre Wege selbstständig. In absehbarer Zukunft werden nun auch selbstständige Kraftfahrzeuge (Kfz) den Landverkehr erobern und auch auf Schienen, in der Luft und am Wasser schreitet die Automatisierung voran.

¹ Die Ausführungen basieren zum Teil auf einem Text, der durch Autoren für den Forschungs- und Technologiebericht 2018 erstellt wurde (siehe https://www.bmvit.gv.at/innovation/publikationen/technologieberichte/ft_bericht18.html).

Automatisierte bzw. autonome Fahrzeuge können mit Hilfe verschiedener Sensoren und vernetzter Kommunikationstechniken ihre Umgebung wahrnehmen und aus den gewonnenen Daten ihre Position und die anderen Verkehrsteilnehmer bestimmen. Sie können mit Hilfe verschiedener, leistungsstarker Technologien Kollisionen auf dem Weg vermeiden und das Fahrziel selbstständig ansteuern. Seit in Fahrzeugen Mikroprozessoren, Kamerasysteme, Sensoren und Aktoren zusammenwirken, unterstützt das Fahrzeug die FahrerIn bei der Erbringung der dynamischen Fahraufgabe bzw. übernimmt die Fahraufgabe je nach Fahrmodus² durchgängig selbst. Das Fahrzeug fährt selbstständig.

Gegenwärtige und zukünftige Anwendungsfelder für automatisiertes Fahren im Straßenverkehr sind bspw. Stauassistent, Spurhaltesysteme, Autobahnpiilot, fahrerloses Einparken, fahrerlose Sharing-Kfz, Abhol- und Zubringer-Taxis (Last/First-Mile), autonome Shuttle Busse, fahrerlose Zustelldienste, Platooning im LKW Verkehr oder autonome Wartungs- und Reinigungsfahrzeuge.³

2.1.2. Auf dem Weg zur Automatisierung im Verkehr

Laut dem Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT)⁴ und der „Austrian Research, Development & Innovation Roadmap für Automatisierte Fahrzeuge“⁵ sind die positiven Erwartungen in Zusammenhang mit automatisiertem Fahren hoch.

Aus verkehrspolitischer Sicht steht vor allem die Erhöhung der Verkehrssicherheit bzw. die Vision vom unfallfreien Fahren im Vordergrund und wird als zentrale Motivation für das öffentliche Engagement in diesem Themenfeld angeführt. Automatisiertes Fahren soll dazu führen, dass Unfälle aufgrund von Müdigkeit, Ablenkung, Unachtsamkeit und überhöhter Geschwindigkeit vermieden werden. 9 von 10 Verkehrsunfällen sind laut Studien auf menschliches Versagen zurückzuführen. Automatisierte Fahrzeuge sollen diese Fehlerquelle eliminieren.

Automatisiertes Fahren soll durch effizientes und vorausschauendes Fahren den Energieverbrauch und damit negative Umweltauswirkungen deutlich verringern. Auch wird davon ausgegangen, dass automatisierte Fahrzeuge zukünftig rein elektrisch betrieben werden. Die Reduktion von Staus und ein effizienterer Güterverkehr werden in diesem Zusammenhang auch als mögliche Vorteile angeführt.

Auch eine Komfortsteigerung durch die Entlastung der FahrerIn wird erwartet. Mehr noch, die FahrerIn wird zur PassagierIn und kann die gewonnene Zeit für andere Tätigkeiten im autonomen Pkw nutzen. Weitere genannte Vorteile sind etwa, dass durch autonome Fahrzeuge ältere und in ihrer Mobilität eingeschränkte Menschen mobiler werden und damit Unabhängigkeit und höhere Lebensqualität erlangen.

Zudem sollen durch die Kombination von automatisierten Fahrzeugen und Sharing-Konzepten langfristig eine Reduktion von Fahrzeugen und damit die Rückgewinnung öffentlichen Raums möglich werden. Damit geht es auch um die potenzielle Verbesserung des Gesamtverkehrssystems in Österreich und um die Veränderung im Mobilitätsverhalten der Menschen. Die volle Entfaltung des Nutzens für das Verkehrssystem wird ab dem Jahr 2050 erwartet, wenn der Anteil automatisierter Fahrzeuge deutlich überwiegen bzw. nahe der 100% sein soll (Harrer, 2016).

² Laut SAE (Society of Automotive Engineers) kann Fahrmodus als eine Fahrsituation mit charakteristischen dynamischen Fahraufgabenanforderungen (z. B. Autobahnfahrt, Abfahrt und Weiterfahrt auf Landstraße, Ortsdurchfahrt, Niedriggeschwindigkeitsstau, urbane Fahrt usw.) verstanden werden. Die dynamische Fahraufgabe umfasst betriebliche (Lenken, Bremsen, Beschleunigen, Überwachen des Fahrzeugs und der Fahrbahn) und taktische (Reaktion auf Ereignisse, Festlegen des Spurwechsels und der Verwendung von Signalen usw.) Aspekte der Fahraufgabe. Ein hochautomatisiertes Fahrzeug (Level 4) führt alle Fahrmodus-spezifischen Aspekte der dynamischen Fahraufgabe selbstständig und ohne FahrerIn aus, beherrscht jedoch nicht sämtliche Fahrmodi. Ein vollautomatisiertes/autonomes Fahrzeug (Level 5) beherrscht sämtliche Fahrmodi unter allen Fahr- und Umweltbedingungen, die von einer menschlichen FahrerIn bewältigt werden können (siehe auch Folgekapitel).

³ Vgl. via-autonom, Nitsche 2017.

⁴ Vgl. <https://www.bmvit.gv.at/verkehr/automatisiertesFahren/faq/oesterreich.html#faq1>

⁵ Vgl. https://www.ffg.at/sites/default/files/downloads/call/austrian_roadmap_automated_vehicles_0.pdf

Nicht zuletzt erhofft sich die Industrie und die FTI-Politik durch marktfähige Innovationen eine Steigerung der Wertschöpfung und den Ausbau von Arbeitsplätzen. Österreich verfügt über eine international wettbewerbsfähige automobiler Zuliefererindustrie und Elektronikindustrie, welche bereits jetzt in vielen Bereichen des automatisierten Fahrens und der dafür notwendigen elektronischen und sensorischen Systeme international nachgefragt ist.

Einsatzbereiche für automatisierte Fahrzeuge ergeben sich aber nicht nur für den Güter- und Individualverkehr auf der Straße, sondern vor allem auch für den öffentlichen Personennahverkehr und den Schienenverkehr. Im U-Bahnbereich aber auch bei Shuttles auf Flughäfen werden schon länger automatisierte Züge verwendet.

Öffentliche Verkehrsmittel sollen in der Zukunft mit Sensoren, Kameras und einer Vernetzung von Systemen ausgestattet sein. Dadurch sollen Verkehrsbetriebe in die Lage versetzt werden, ihre Strecken besser zu steuern und zu überwachen. Straßenbahnen, U-Bahnen und Busse der Zukunft sollen sich automatisiert bzw. autonom fortbewegen. Ziele sind ein effizienteres Störungsmanagement, ein niedrigerer Energieverbrauch sowie eine höhere Leistungsfähigkeit.

Auch die Verkehrssicherheit soll erhöht werden, denn auch im öffentlichen Verkehr nimmt die überwiegende Anzahl von Unfällen ihren Ausgang beim Menschen. Zudem sollen automatisierte Fahrzeuge die Möglichkeit bieten, den öffentlichen Verkehr und die individuelle Mobilität zu kombinieren. In Zukunft sollen bspw. fahrerlose Kleinbusse oder Kleinfahrzeuge als Zubringer zu bestehenden öffentlichen Verkehrsmitteln fungieren und damit die Lücke der letzten Meile vom Wohnort zur nächsten Haltestelle und vice versa schließen. Automatisiertes Fahren soll somit auch zu einer engen Verschränkung von öffentlichem Personennahverkehr, Sharing-Systemen, Nachbarschaftstransporten und Taxi-Systemen führen.

Bei der Vollbahn (Schnellbahnverkehr, Regionalbahnen, Fernverkehr) sollen in den nächsten Jahren erste Testumgebungen für den ATO (Automated Train Operation) geschaffen werden (vgl. auch Kapitel 2.1.4.2). Der automatisierte Schienenverkehr entstammt dabei insbesondere dem Ziel zur Effizienzsteigerung des Eisenbahnbetriebes, da hiermit die Sicherheitsabstände auf Basis der aktuellen Geschwindigkeiten möglich werden was eine höhere Kapazitätsauslastung mit sich bringt.⁶

Im Luftverkehr wäre eine Vollautomatisierung der Flugzeuge bereits technisch möglich, wird jedoch insbesondere aus Sicherheitsgründen nicht zur Gänze umgesetzt. Auf dem Flughafen selbst ist mit einer zusehenden Automatisierung der Transportströme von Gütern und Menschen (vollautomatische Shuttles, Busse, Flughafenzüge, Gepäcktransport) zu rechnen.

Auch der Transport per Binnenschiff eignet sich grundsätzlich für eine Automatisierung. Der Umschlag der Ladungsträger für den Weitertransport und die eigentliche Schifffahrt befinden sich bereits auf der Stufe der Teilautomatisierung wo Routinetätigkeiten vom System selbstständig durchgeführt aber durchgehend vom Menschen überwacht werden. Die Ladungssicherung und der Rangierbetrieb der Schiffe im Hafen sind derzeit nicht automatisiert.⁷

2.1.3. Stufen der Automatisierung und Schlüsseltechnologien

Zur Klassifizierung automatisierter/autonomer Straßenfahrzeuge haben sich die 5 Stufen/Levels (Level 0 bis Level 5) der SAE-Standards (Society of Automotive Engineers) durchgesetzt.⁸

Auf Stufe 0 steuert der Mensch in allen Fahrsituationen selbstständig, technologische Systeme unterstützen ihn insbesondere in riskanten Fahrmomenten (z.B. Bremsen und Spurwechsel auf eisiger Fahrbahn). Auf Stufe 1 bis Stufe 2 ist der Mensch weiterhin gefordert die Fahrumgebung aufmerksam zu beobachten, automatisierte Systeme machen das Fahren komfortabel und reduzieren Risiko. Gleichzeitig muss er ad hoc als Rückfalloption bereit bleiben. Ab Stufe 3

⁶ Vgl. Zajicek et al. (2018). Soziale und organisatorische Auswirkungen zunehmender Automatisierung im österreichischen Güterverkehrssystem. BMVIT, Wien.

⁷ Vgl. Zajicek et al. (2018).

⁸ Vgl. https://de.wikipedia.org/wiki/SAE_J3016 2

übernimmt das automatisierte System im Fahrzeug die Beobachtung der Fahrzeugumgebung, der Mensch als unbedingt notwendige Rückfalloption wird auf Stufe 4 obsolet. Als FahrerIn wird er bzw. sie auf der vollautomatisierten Stufe 5 durch das technologische System abgelöst. Von dort an ist er bzw. sie PassagierIn (Nikowitz, 2015).

Je nach Ausstattung und Nutzung in einem Fahrzeug soll es möglich sein, dass dieses auch zwischen den verschiedenen Stufen (bspw. zwischen Level 4 und Level 5) wechseln kann.

Im Bereich Bahn beschreibt die UITP (Union Internationale des Transports Publics) fünf Automatisierungsstufen. Auf Stufe 0 fährt die FahrzeugführerIn auf Sicht und auf Stufe 1 besteht weiterhin manueller Betrieb und die Kontrolle der Türsteuerung durch den Menschen. In Stufe 2 fährt der Zug halbautomatisch, Beschleunigung und Bremsen erfolgt automatisiert, der Mensch kann aber eingreifen. Auf Stufe 3 fährt der Zug automatisiert, der/die ZugbegleiterIn kontrolliert die Türsteuerung und steuert den Zug in Notfällen. Auf der letzten Stufe 4 befindet sich kein Personal am Zug, dieser fährt selbstständig und bewältigt auch Notsituationen.

2.1.3.1. Schlüsseltechnologien

Technisch gesehen ist das automatisierte Fahren ein evolutionärer Prozess und hat sich aus den Fahrerassistenzsystemen entwickelt. Nicht zuletzt auf Grund der erwarteten, veränderten Rolle des Menschen von der individuellen FahrerIn hin zur PassagierIn gilt es jedoch als Paradigmenwechsel.

Derzeit investieren alle namhaften Autohersteller, Zulieferer und Mitbewerber der „Digital Industries“ (bspw. Google) sowie der Informations- und Kommunikationstechnologien in die Entwicklung von Technologien und Algorithmen für automatisierte Fahrzeuge. Zugleich treibt die Elektronik- und Halbleiterindustrie die Entwicklung von dafür notwendigen Mikroprozessoren, Sensoren, Aktoren und elektronischen Steuerungssystemen voran.

Voraussetzung für das automatisierte Fahren ist das Vorhandensein von Sensoren (z.B. Radar, Video, Laser) und Aktoren in der Motorsteuerung, der Lenkung und den Bremsen. Die Autonomie selbst stellen Computer bzw. Mikroprozessoren im Auto bereit, die die Sensordaten zusammenführen, sich daraus ein Umweltbild machen, automatische Fahrentscheidungen basierend auf Algorithmen treffen und diese an die Aktoren im Fahrzeug weiterleiten. Zur Echtzeit-Bewältigung der großen Datenmengen, etwa beim Erkennen von Verkehrszeichen oder bei nicht eindeutigen Straßenmarkierungen, wird häufig maschinelles Lernen - insbesondere deep learning - eingesetzt. Auch Vernetzungs- bzw. Kommunikationstechniken werden genutzt, um dem automatisierten Fahrzeug zu ermöglichen, vorausschauend über den Horizont der verbauten Sensoren zu „blicken“, nämlich Informationen zur dynamischen Selbstbestimmung von Informationsquellen wie anderen Fahrzeugen oder der Verkehrsinfrastruktur zu bekommen.

Laut Fraunhofer INT lassen sich u.a. einige sensorische und datenverarbeitende Schlüsseltechnologien für automatisiertes Fahren anführen.⁹ Dazu zählen unter anderem die 360° Umfelderkennung (Ultraschall, Radar, Stereokameras, etc.), die Sensordatenfusion, die Positionsbestimmung in Echtzeit, der dynamische elektronische Horizont (Bsp. Vorschau des Fahrzeugumfelds durch vernetzte Kommunikation sowohl mit der Verkehrsinfrastruktur als auch mit anderen VerkehrsteilnehmerInnen) und Technologien zur Umsetzung der taktischen Aspekte der Fahraufgabe (z.B. um Spurwechselmanöver fahrsituationsadäquat durchzuführen).

2.1.3.2. Wann kommt die nächste Stufe?

Insbesondere im Premiumsegment sind assistiertes und teilautomatisiertes Fahren (Stufen 1 und 2) in einigen Bereichen Stand der Technik. Bereits erhältliche Funktionen sind Spurhaltesysteme, Abstandsregeltempomaten, Automatisiertes Einparken und AutobahnpiLOT. Eine Erweiterung auf die Mittelklasse ist in der Pipeline.

Bedingt automatisierte Autos (Stufe 3) sollen bereits in naher Zukunft, d.h. ab 2020 auf den Markt kommen. Deren technische Reife befindet sich in einem seriennahen Entwicklungsstand. Diese Form der Automatisierung – das Fahrzeug

⁹ Vgl. <https://www.int.fraunhofer.de/content/dam/int/de/documents/TdoT/Autonomes%20Fahren%20Kh.pdf>

führt selbstständig Funktionen wie das Auslösen des Blinkers, Spurwechsel und Spurhalten durch – ist insbesondere auf Autobahnen technisch machbar.

Die Einführung von hochautomatisierten Fahrzeugen (Stufe 4) ist je nach Anwendungsfall und Einsatzbereich in der ersten Hälfte der 2020er Jahre auf dem europäischen Markt zu erwarten. Neben der Autobahnfahrt sind auch First- bzw. Last-Mile Logistik (Shuttles) erste Anwendungen auf dieser Stufe. Das Einparken im Parkhaus ohne FahrerIn ist auf diese Stufe bereits möglich. Die Serienreife von vollautomatisierten bzw. autonomen Fahrzeugen (Stufe 5) wird derzeit vornehmlich mit 8-12 Jahren prognostiziert, d.h. die durchgängige technische Realisierbarkeit wird nicht vor dem Jahr 2030 im europäischen Straßenverkehr erwartet. Diese Prognose ist vom Einsatzbereich und Anwendungsfeld abhängig und legt den aktuellen Stand der Technik zugrunde.¹⁰

2.1.4. Nationale FTI-politische Maßnahmen und Testumgebungen

2.1.4.1. Förderungen mit Schwerpunkt "Automatisiertes Fahren"

Im BMVIT besteht der FTI-politische Themenschwerpunkt „Automatisiertes Fahren“ mit diesem Namen seit 2015. Um den weiteren und strategischen Aufbau der System- und Technologiekompetenz in diesem Themenschwerpunkt sicherzustellen wurde in einem Stakeholderprozess der Aktionsplan „Automatisiert-Vernetzt-Mobil“ erarbeitet.¹¹

Im Rahmen dieses Aktionsplans wurden neun Maßnahmen entwickelt, welche entweder bereits umgesetzt wurden oder sich gerade in Umsetzung befinden. Diese Maßnahmen umfassen die Einrichtung einer (1) Kontaktstelle zum automatisierten Fahren, (2) die Novellierung des Kraftfahrzeuggesetzes und die Erstellung einer Verordnung zum automatisierten Fahren (2016), (3) die Erarbeitung eines Code of Practice, (4) Vorstudien zu Testumgebungen und (5) Aufbau von Testumgebungen und Leitprojekte, (6) Aufbau der digitalen Infrastruktur zur Unterstützung von Tests, (7) Entwicklung des Technologieportfolio (F&E Projekte), (8) Aufbau einer Stiftungsprofessur zur Erweiterung der wissenschaftlichen Kompetenz und (9) Ausschreibung von Evaluierungen und Studien zu systemischen Effekten und Wirkungen (bspw. auf Arbeitsplätze, Sicherheit, Effizienz und Umweltverträglichkeit). Zusätzlich wurde ein interdisziplinärer ExpertInnen Beirat eingesetzt, der das BMVIT beratend unterstützen soll, sowie eine Stabstelle zur strategischen Planung und Koordination des automatisierten Fahrens im Ministerium verankert.

Auf Basis dieses Aktionsplans wurde im Frühjahr 2016 die BMVIT Initiative „Automatisiertes Fahren“ gestartet, welche programmübergreifend ausgerichtet ist und auf inhaltlich abgestimmte Themenschwerpunkte in den FTI-Förderungsprogrammen „Mobilität der Zukunft (MdZ)“, „Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) der Zukunft“ und „KIRAS – Sicherheitsforschung“¹² setzt.

Das BMVIT plant für diese Initiative bis 2018 rund 20 Mio. Euro an öffentlichen Förderungsmitteln zur Verfügung zu stellen.¹³ Davon werden voraussichtlich investiert:¹⁴

- 6 Mio. Euro für nationale Technologieförderungen (F&E-Projekte in interagierenden Forschungsbereichen);

¹⁰ Vgl. <https://www.bmvit.gv.at/verkehr/automatisiertesFahren/faq/hintergrundinfos.html#faq4>

¹¹ Vgl. <https://www.bmvit.gv.at/innovation/publikationen/verkehrstechnologie/automatisiert.html>

¹² So werden im Rahmen von KIRAS z.B. F&E Projekte in Zusammenhang hochsicherer Verfahren zur Erzeugung und Verteilung von kryptografischen Schlüsseln gefördert, die auf bestimmte Umstände im Kontext des autonomen Fahrens abgestimmt sind. Vgl. <https://www.fnstp.ac.at/de/forschung/projekte/kif-kryptografie-fuer-kabellose-kommunikation>

¹³ Die österreichischen Beteiligungen an korrespondierenden EU-Förderprogrammen wie H2020 sind hierbei nicht berücksichtigt.

¹⁴ Vgl. <https://www.bmvit.gv.at/verkehr/automatisiertesFahren/faq/oesterreich.html#faq3>

- 11 Mio. Euro für Ausschreibung von Testumgebungen mit Vorstudien (Fast-Track und Normal-Track);
- 1-3 Mio. Euro für den Ausbau der wissenschaftlichen Kompetenz an österreichischen Universitäten (Stiftungsprofessur);
- 0,3 Mio. Euro für Evaluierungen und Studien (Wirkungsanalysen zu Systemeffekten).

Diese öffentlichen Investitionen sollen Folgeinvestitionen in Höhe von 20 bis 30 Millionen Euro bei Industrie und Gebietskörperschaften auslösen.

Mit dem „Aktionspaket automatisierte Mobilität“ geht das BMVIT einen weiteren Schritt in Richtung Automatisierung im Verkehr. Im Rahmen des Paketes werden ab Herbst 2018 weitere mittel- bis langfristigen Maßnahmen im Bereich des automatisierten Fahrens in Österreich definiert, wobei ein besonderer Stellenwert dem verkehrlich sinnvollen Einsatz automatisierter Technologien zukommt.

Neben der Förderung von F&E-Aktivitäten, von Testumgebungen und der umfassenden Analyse von systemischen Wirkungen versteht sich das BMVIT als aktiver öffentlicher Akteur, der den Dialog zwischen allen Beteiligten fördert und koordiniert und damit die Dialogführung im Themenbereich „Automatisiertes Fahren“ übernimmt. Damit sollen die Kooperation und der Austausch auf allen relevanten Governance-Ebenen und zwischen privaten und öffentlichen Stakeholdern möglich sein und Rahmenbedingungen für AF gemeinsam definiert werden.

2.1.4.2. Testumgebungen in Österreich

Der Aufbau und die Nutzung von Testumgebungen durch unterschiedliche Testpartner für die diversen Anwendungsfälle im Rahmen von F&E Projekten ist zentral für eine erfolgreiche Einführung von automatisierten Fahrzeugen und den zugrundeliegenden Technologien, Infrastrukturen und Systemanwendungen.

Vor diesem Hintergrund wurden Ende 2016 die rechtlichen Rahmenbedingungen zum Testen automatisierter Fahrzeuge auf Österreichs Straßen geschaffen. Seitdem wurden auch erste Testfahrten auf öffentlichen Straßen unter anderem mit selbstfahrenden Minibussen, Autobahnpiлотen mit Spurwechselassistent und selbstfahrenden Heeresfahrzeugen durchgeführt.

In der Steiermark entsteht unter dem Titel „ALP.Lab“ Österreichs erste Testumgebung für das Testen und die Entwicklung von selbstfahrenden Straßenfahrzeugen. Testfahrten sollen künftig auf Abschnitten der A2 und der A9 stattfinden. Auch das Leobener „Zentrum im Berg“ ist in die Testumgebung eingebunden, so dass auch Tests in Tunnels stattfinden können. Im Rahmen der Testumgebung werden auch die Forschungsprojekte „Dynamic Ground Truth“ und „LiDcAR“ durchgeführt. Ersteres befasst sich mit hochgenauen Mess- und Referenzsystemen zur Umwelterkennung, in letzterem werden Lichtsensoren entwickelt, um in selbstfahrenden Autos Abstand und Geschwindigkeit zu erfassen. Dies wird „ALP.Lab“ zu einer der umfassendsten Testumgebungen Europas machen. Mit „DigiTrans“ startete Ende 2017 eine weitere Testumgebung im Zentralraum Österreich-Nord (Linz – Wels – Steyr). Mit dem Aufbau dieser Testumgebung wird in der ersten Hälfte 2018 begonnen. „DigiTrans“ fokussiert dabei auf Nutz- und Sonderfahrzeuge, besonders im Bereich von Logistik-Hubs und LKW.

Neben dem Aufbau der Testumgebungen in der Steiermark und in Oberösterreich im Rahmen des Förderungsinstruments „Innovationslabore“, werden im Rahmen von „Leitprojekten“ in Wien und Salzburg weitere Testmöglichkeiten geschaffen. Hierbei liegt der Schwerpunkt auf selbstfahrenden Kleinbussen und deren Komplementarität im öffentlichen Verkehr bzw. energieeffizienten automatisierten Lkw-Konvois. Neben dem Aufbau und Betrieb von Testumgebungen für Straßenfahrzeuge entsteht im Burgenland Europas erste Testumgebung für selbstfahrende Züge. Im „Open.Rail.Lab“ werden Eisenbahntechnologien für selbstfahrende Züge getestet. Auf der Teststrecke zwischen Friedberg in der Steiermark und Oberwart im Burgenland kann die gesamte Entwicklung der Technik für selbstfahrende Züge durchlaufen werden. Der Bund und das Land Burgenland beabsichtigen gemeinsam mit der Industrie in die entsprechende Aufrüstung der Strecke zu investieren.

2.1.5. Internationale Initiativen

2.1.5.1. Österreich in europäischen Gremien

Ergänzend zu den nationalen Aktivitäten ist die Republik Österreich, repräsentiert durch das BMVIT und das BMDW, auch in zahlreichen internationalen Plattformen und Gremien vertreten, um an Harmonisierungsprozessen teilzunehmen. Durch ein Zusammenwirken mit den europäischen Förderungsinstrumenten in F&E wie Horizon 2020 und auch den in diesem Programm finanzierten Joint Undertakings (JU) ECSEL (Electronic Components and Systems for European Leadership) sowie JU Shift2Rail sollen Synergien mit der europäischen FTI-Politik optimal genutzt werden. Beim JU Shift2Rail wird in einigen F&E Vorhaben automatisiertes Fahren auf der Schiene vorangetrieben. Zudem erfolgt eine strategische Mitwirkung in Europäischen Technologie- und Infrastrukturplattformen wie ERTRAC¹⁵, EPoSS¹⁶, ERTICO¹⁷, CEDR¹⁸, EIP¹⁹ und GEAR2030²⁰. In diesen europäischen Plattformen werden u.a. Forschungs- und Technologie-Roadmaps sowie strategische Forschungsagenden für Digitalisierung und automatisiertes Fahren erarbeitet bzw. auf eine harmonisierte Einführung des automatisierten Fahrens auf der Straße und der dafür erforderlichen Infrastrukturen hingewirkt. Letzteres, die Entwicklung und Implementierung digitaler Infrastrukturen für automatisiertes und vernetztes Fahren auf der Straße wird mit österreichischer Beteiligung auch in den multilateralen, europäischen Initiativen wie C-ITS Corridor²¹, C-Roads²² und Digi-Roads²³ vorangetrieben.

2.1.5.2. Initiativen zum automatisierten Fahren in anderen Staaten

Automatisiertes Fahren ist eine Thematik die international sehr hohe verkehrs- und technologiepolitische Aufmerksamkeit genießt. In etlichen anderen europäischen Staaten, aber auch in Südostasien, den USA und Kanada, den arabischen Staaten, in Australien und Neuseeland werden gegenwärtig entsprechende Roadmaps und Strategiepläne schrittweise umgesetzt, Pilotversuche durchgeführt und Testumgebungen aufgebaut.²⁴

Roadmaps und Strategiedokumente wurden bspw. in Deutschland, den Niederlanden, Finnland, UK, Frankreich und Spanien sowie in den USA, Kanada, Japan und Korea entwickelt. Pilotversuche finden in mehreren europäischen Staaten bzw. unter der Beteiligung mehrerer Staaten statt. Beispiele dafür sind L3Pilot, AUTOPILOT, TrustVehicle, Brave,

¹⁵ European Road Transport Research Advisory Council.

¹⁶ European Technology Platform on Smart Systems Integration.

¹⁷ ERTICO - ITS Europe: Netzwerk von rd. 100 Unternehmen und Institutionen, die in die Entwicklung und Implementierung von Intelligent Transport Systems (ITS) involviert sind.

¹⁸ Platform for cooperation between National Road Authorities (Vereinigung der europäischen Straßeninfrastrukturbetreiber).

¹⁹ European Intelligent Traffic Systems (ITS) Platform.

²⁰ High Level Group on the Competitiveness and Sustainable Growth of the Automotive Industry in the European Union (EU-Plattform zur harmonisierten Einführung des Automatisierten Fahrens).

²¹ Umsetzung von ersten Cooperative Intelligent Transport Systems (C-ITS) Diensten am EU-Korridor von Rotterdam – Frankfurt – Wien.

²² Umsetzen von gemeinsamen C-ITS Diensten in acht Ländern in Europa (AT, DE, FR, NL, BE, UK, SL, CZ).

²³ Pilot-Implementierung von Digitaler Infrastruktur Elementen und deren Evaluierung und Wirkungsmonitoring.

²⁴ Vgl. CARTRE, „Coordination of Automated Road Transport Deployment for Europe“, H2020-ART-2016-RTD CSA 724086, Overview Automated Road Transport Roadmaps, Pilots and Test sites, 2017.

Trans Aid, Future Bus oder InfraMix. Testumgebungen werden bspw. auch in Schweden (AstaZero), Finnland (Aurora Snowbox), Spanien (CARNET) und Deutschland (A9 Digitale Autobahn) aufgebaut.

2.1.6. Ausgewählte Trends der Digitalisierung

Neben dem großen Entwicklungstrend des autonomen Fahrens, gibt es weitere Technologien, die neuartige Anwendungen und Innovationen im Mobilitätssektor ermöglichen. Der breite technologische Trend der Digitalisierung steht vielfach in enger Verbindung mit der Entwicklung in Richtung autonomes Fahren, ist teilweise aber unabhängig davon und ermöglicht gänzlich andere Anwendungen.

Wichtige digitale Entwicklungstrends für den Mobilitätssektor sind i) das Internet der Dinge sowie das Physical Internet, ii) die Blockchain, iii) Künstliche Intelligenz, und iv) die allgemein wachsende Verfügbarkeit und Vernetzung von Daten. Diese Entwicklungen ermöglichen allesamt die Personalisierung von Mobilitätsdiensten und die Entwicklung neuer Dienstleistungen (z.B. „Mobility as a Service“, „Delivery as a Service“) und Geschäftsmodelle (z.B. Sharing Dienste).

Das Internet der Dinge (Internet of Things – IoT) ist einer der zentralen technologischen Trends mit weitreichendem Anwendungspotential, der zu tiefgreifenden Veränderungen im Mobilitätssektor führen wird. Der rasante Zuwachs vernetzter Gegenstände generiert riesige Datenmengen, die Effizienzsteigerungen ermöglichen, Muster und Zusammenhänge erkennbar machen (Analytics) und Dienste personalisierbar und lokal anpassbar (Lokalisierungsdienste) machen. Bereits existierende Anwendungen im Zusammenhang mit Tracking oder Zustandsanalyse (Bsp. Fernwartung, intelligenter Güterwagen) werden weiter diffundieren und sich verbreitern. Der Trend wird unterstützt durch technologische Fortschritte wie z.B. der fünfte Mobilfunkgeneration 5G. So sind Mobilitätsunternehmen in der Lage, Transportmittel so zu kombinieren, dass den Wünschen der Reisenden entsprochen werden kann und gleichzeitig die verfügbaren Kapazitäten möglichst effizient genutzt werden (Mobility as a Service) (Alberts et al. 2016).

Das im Jahr 2014 vorgestellte Physical Internet (Ballot et al. 2014) ist ein Konzept zur globalen Organisation logistischer Netzwerke basierend auf physischer, digitaler und operativer Interkonnektivität. Es stellt eine Realisierung des Internets der Dinge (Internet of Things (IoT)) dar, d.h. eindeutig identifizierbare Objekte erhalten eine Repräsentanz in einer virtuellen Welt. Die Objekte, um die es sich hierbei handelt, sind allerdings nicht die zu versendenden Güter selbst, sondern "intelligente" Container, die neben gespeicherten Informationen über ihren Inhalt auch in der Lage sind, Transportflüsse dynamisch zu optimieren. Ziel des Physical Internets ist es, die Prinzipien des Versands von Datenpaketen im digitalen Internet zu nutzen, um eine effizientere und nachhaltigere Logistik zu schaffen. Durch die Nutzbarmachung der zur Verfügung stehenden Datenmengen kann es so zu einer Optimierung der Warenströme und zu einer Effizienzsteigerung bei der Nutzung von Ressourcen sowie der Gestaltung der Prozesse kommen. Neu entstehende Logistikplattformen ermöglichen dabei auch die Entwicklung neuer Geschäftsmodelle.

Aktuell gibt es sowohl auf nationaler wie auch auf europäischer Ebene Bestrebungen, die Einführung von Physical Internet zu fördern (Kasztler et al. 2017). Angeführt werden kann etwa die Europäische Technologieplattform für Logistik ALICE²⁵, die neue Logistik- und Supply Chain-Konzepte und Innovationen auf Basis des Physical Internet entwickelt, um die europäische Wettbewerbsfähigkeit zu steigern aber auch Nachhaltigkeitsziele zu erreichen. In Österreich haben Forschungseinrichtungen und Unternehmen bereits Elemente des Physical Internet als Forschungsthema aufgegriffen. So werden wurden bzw. werden einige konkrete nationale F&E- bzw. Sondierungsprojekte im Rahmen der Ausschreibungen des FTI-Programms Mobilität der Zukunft des BMVIT sowie im Rahmen des strategischen Programmes 'Innovatives OÖ 2020' durchgeführt.

Auch die Blockchain ist eine Anwendung, die für den Mobilitätsbereich diskutiert wird. Bei der Blockchain handelt es sich um eine verteilt organisierte Datenbank, die eine stetig wachsende Liste (ein verteiltes Register oder distributed-ledger) von Transaktionsdatensätzen vorhält. Die Datenbank wird chronologisch linear erweitert, vergleichbar einer Kette, der am unteren Ende ständig neue Elemente hinzugefügt werden (daher auch der Begriff "Blockchain"). Jeder Block enthält eine Prüfsumme des vorhergehenden Blocks, wodurch eine kryptografisch gesicherte historische Chronologie ermöglicht

²⁵ Alliance for Logistics Innovation through Collaboration in Europe (ALICE), siehe auch <http://www.etp-logistics.eu/>

wird und Einträge nicht mehr veränderbar sind, ohne dass eine Manipulation entdeckt werden würde. Mit Hilfe der Blockchain Technologie sind sogenannte Smart Contracts möglich, die es erlauben, Verträge abzuwickeln bzw. Transaktionen, wie Kauf- und Verkaufsentscheidungen, automatisiert ablaufen zu lassen.

Was konkrete Anwendungen im Mobilitätsbereich betrifft, wird beispielsweise eine Anwendung darin gesehen, dass MobilitätsanbieterInnen den KundInnen ermöglichen, ihre Dienste mittels Blockchain abzuwickeln. Der deutsche Energieanbieter RWE will etwa zukünftig die Blockchain für die Bezahlung an Ladestationen von Elektroautos einzusetzen.²⁶ Dadurch soll ein kostengünstiges Bezahlssystem geschaffen werden, das ohne physische Bezahlstationen auskommt. Eine weitere Anwendung stellt das Bezahlen von Mautgebühren dar. Aber auch im Logistikbereich und dem internationalen Güterverkehr könnten Blockchains zukünftig eingesetzt werden.

Schließlich werden zukünftig auch Anwendungen der Künstlichen Intelligenz (KI) an Bedeutung im Mobilitätssektor gewinnen. KI wird als zentral für die Lösung der Herausforderungen des autonomen Fahrens gesehen, kann aber auch bei der Entwicklung von Verkehrsträger-übergreifenden Navigationssystemen, Logistikproblemen und der Verkehrsinfrastrukturplanung eingesetzt werden. Im öffentlichen Nahverkehr oder durch Verkehrsinfrastrukturbetreiber können auf Basis von KI historische Daten als auch Echtzeitdaten genutzt werden, um Routen nach Bedarf und Kapazität zu planen, wodurch eine bessere Verkehrsplanung möglich ist.

Die angeführten Technologien und die steigenden Datenmengen ebeneden den Weg für neue Sharing Modelle und Geschäftsmodelle. Zukünftig sollte jede/r Reisende, jedes Verkehrsmittel, aber auch Parkplätze und elektrische Ladesäulen eine digitale Identität erhalten. Damit wären alle AkteurInnen miteinander vernetzt und könnten untereinander Transaktionen austauschen. Wesentlich für das Funktionieren all dieser Anwendungen ist ein Zusammenspiel aller AkteurInnen und der Aufbau von verkehrsmittelübergreifenden Plattformen, die Echtzeitinformationen liefern und ein integriertes Buchungs- und Bezahlungssystem anbieten. Die Frage der Governance und Finanzierung dieser digitalen Infrastruktur ist offen und stellt eine große zukünftige Herausforderung dar.²⁷

Die Vorteile der stärkeren digitalen Vernetzung liegt im Allgemeinen darin, dass die Dienste von verschiedenen AnbieterInnen und AkteurInnen einfacher verknüpft werden können was auch die Multimodalität unterstützt. Des Weiteren schafft die Digitalisierung die Einbindung verschiedener NutzerInnen, die dadurch selbst Innovationen anstoßen können und sich dadurch Entwicklungen beschleunigen. Digitalisierung ermöglicht insbesondere die Personalisierung von Mobilitätsangeboten und schafft Raum für die Entwicklung partizipativer und kollaborativer multimodaler Mobilitätsdienste.

Zweifelsohne kann die Digitalisierung und Vernetzung im Mobilitätsbereich auch zu problematischen Entwicklungen führen. So kann durch die zusätzlichen geschaffenen kostengünstigeren Angebote das Verkehrsaufkommen insgesamt zunehmen, was die Einsparungen in Summe wieder zunichtemacht (Rebound-Effekte). Einige Anwendungen, wie etwa auf Basis der Blockchain, führen zu einem deutlichen Energieverbrauch. Digitalisierung und Vernetzung bieten auch die Gefahr der Manipulation von Nutzerverhalten und das Risiko von Cyberangriffen.

2.1.7. Sozio-technische Herausforderungen und mögliche Rebound-Effekte

2.1.7.1. Technologische Herausforderungen und Zweifel an der praktischen Umsetzung

Die Technologie, die hinter dem automatisierten Fahren steckt, ist schon weit fortgeschritten. Nichtsdestotrotz müssen technologische Herausforderungen bspw. in Zusammenhang mit Datensicherheit, Datenschutz, Vernetzung, Kommunikation, Fehlererkennung und Korrektur in Echtzeit, fehlersichere und ausfallsichere Software, exakteste Lokalisierung,

²⁶ Siehe: <https://intelligente-welt.de/rwe-erprobt-blockchain-fuer-ladestationen/>

²⁷ Siehe: <https://www.polisnetwork.eu/publicnews/1469/45/Polis-releases-discussion-paper-on-Mobility-as-a-Service-MaaS>

Sensorik/Aktorik und Umfelderkennung bei Schlechtwetter, Schnee, nicht eindeutigen Straßenmarkierungen und Beschilderungen sowie bei der Interaktion von Mensch und automatisiertes Fahrzeug/Maschine bewältigt werden.²⁸

Zudem bleiben auch Restzweifel an der praktischen Realisierbarkeit in allen Fahrsituationen und unter jeder Fahr- und Umgebungsbedingung. In diesem Zusammenhang stellt sich insbesondere die Frage des Mischverkehrs von autonomen und herkömmlichen, von Menschen gesteuerten Fahrzeugen oder auch die Frage inwieweit ein fahrerloses Fahrzeug in Krisensituationen die Flexibilität aufweist, die Straßenverkehrsordnung bzw. Straßenmarkierungen zu vernachlässigen, wenn dies zur Vermeidung von Unfällen erforderlich ist.

Aufgrund der immer stärkeren Vernetzung von Fahrzeugen, Infrastruktur und Services gewinnt vor allem das Thema Datensicherheit rasant an Bedeutung. Um diesen Herausforderungen zu begegnen und das Vertrauen von NutzerInnen und Stakeholdern zu stärken haben sich Akteure aus der Autoindustrie und der Softwareentwicklungsbranche zu Initiativen zusammengeschlossen, um Sicherheitslücken zu identifizieren, Bedrohungsszenarien zu untersuchen und Maßnahmen zu entwickeln. Ein wesentlicher Punkt wäre dabei auch die entsprechende Befähigung der NutzerInnen, Angriffsrisiken selbst wahrnehmen zu können und Datensicherheit nicht zu gefährden.

2.1.7.2. Ethische, rechtliche und soziale Fragestellungen

Ethische Fragen tauchen insbesondere in Zusammenhang mit Dilemmasituationen auf, d.h. wenn das technologische System Schaden nicht mehr vermeiden kann, sondern Schäden gewichten muss. Nach welchen Kriterien entscheidet ein technisches System; konkret bspw. ob in einer gegebenen Situation ein Mensch überfahren oder in den Abgrund gesteuert wird? Zudem stellen sich auch grundsätzliche Fragen der Rolle und Aufgabe von Automaten und Robotern in postmodernen Gesellschaften, bspw. wann und unter welchen Bedingungen Selbstbestimmungskompetenzen der Menschen an Maschinen abgetreten werden bzw. abgetreten werden müssen.

Existiert für automatisiertes Fahren die breite gesellschaftliche Akzeptanz, wo bleibt die „Freude am Fahren“ oder sind diese Fragen vor dem Hintergrund der erwarteten positiven Effekte auf das Gesamtverkehrssystem vernachlässigbar bzw. ergibt sich das quasi von selbst?

Zudem besteht weiterhin großer Bedarf, rechtliche Fragen zu klären (z.B. in Zusammenhang mit Haftung, Zulassung, Verkehrsverordnung, Fahrerlizenzen/Führerschein) und auch international eine Harmonisierung herbeizuführen. Ferner könnte in Zukunft eine (rechtliche) Diskussion darüber entstehen, ob und ab wann herkömmliche Autos verboten werden, um mögliche Risiken durch Mischverkehr zu verringern. Letzteres steht auch in Kontext mit der Leistbarkeit der automatisierten Fahrzeuge, die nach wie vor sehr teuer sind.

2.1.7.3. Mögliche Rebound-Effekte

Digitalisierung und Automatisiertes Fahren haben zu hohen, positiven Erwartungen in Bezug auf die Zukunft der Mobilität geführt. Jüngere Studien, die potenzielle Zukunftsszenarien untersuchen, sowie Erkenntnisse aus der Mobilitätsverhaltensforschung zeigen allerdings, dass mögliche unerwünschte Effekte der Automatisierung die positiven Wirkungen einschränken oder sogar gefährden könnten. Mehrere Verkehrsumlage-Simulationen auf automatisierte und geteilte Fahrzeuge zeigen beispielsweise, dass zwar eine geringere Anzahl von Fahrzeugen benötigt wird, die Verkehrsmenge aber um bis zu 80% steigen könnte, da diese praktisch ständig unterwegs sind.²⁹ Dabei sind noch keine Verhaltensänderungen (z.B. längere Distanzen aufgrund bequemerer Reise, Umstieg von Fuß- und Radwegen auf automatisierte Dienste) berücksichtigt, die zu einer zusätzlichen Steigerung der Verkehrsmenge führen könnten (Millonig, 2014). Auch bei effizienteren Verkehrsflüssen durch vernetzte und automatisierte Fahrzeuge würden laut diesen Simulationen die aktuellen Kapazitäten der Verkehrswege vor allem im urbanen Raum und zu Spitzenzeiten schnell an ihre Grenzen stoßen, wodurch „freigewordene“ Stellflächen nicht für andere Zwecke genutzt werden könnten, sondern den gestiegenen Ver-

²⁸ Vgl. <https://www.bmvit.gv.at/verkehr/automatisiertesFahren/faq/hintergrundinfos.html#faq5>

²⁹ Vgl. <https://www.bmvit.gv.at/verkehr/automatisiertesFahren/faq/hintergrundinfos.html#faq5>

kehr aufnehmen müssten. Dies wiederum würde sich direkt auf die Lebensqualität, Gesundheit und Sicherheit der Bewohner entlang der Straßen und die Verkehrsteilnehmenden selbst auswirken. Eine solche Steigerung des Verkehrsaufkommens hätte auch entsprechende Auswirkungen auf den Energiekonsum und damit in Zusammenhang stehenden Umweltkosten.

2.2. Perspektiven für die Zukunft

Mögliche zukünftige Entwicklungen auf dem Gebiet der Mobilität sind Gegenstand zahlreicher Studien, die sich einerseits mit den wahrscheinlichsten Treibern von Entwicklungen und andererseits möglichen Visionen zukünftiger Mobilität auseinandersetzen. Als Basis für die potenziellen Auswirkungen von Veränderungen im Mobilitätssektor werden im Folgenden relevante Studien analysiert und aufgearbeitet. Dieser Abschnitt fasst die Ergebnisse der Literaturliteraturanalyse zu verschiedenen Mobilitätsvisionen zusammen und bereitet damit die Grundlagen für die Formulierung von Szenarien auf, die die Grundlage für die vorliegende Arbeit bilden (Kap. 3).

2.2.1. Studien zu Szenarien und Perspektiven

Insgesamt wurden für die Analyse aktueller Visionen für die Zukunft der Mobilität 43 Berichte und Publikationen herangezogen. Zwei Drittel der Quellen wurden für den Referenzraum Europa erstellt (fünf Berichte betreffen konkret den österreichischen Kontext), zwei der Studien befassen sich mit dem US-amerikanischen Raum und der Rest (12 Studien) wurden für andere Länder bzw. Regionen erstellt oder beschreiben globale Entwicklungen. Abbildung 1 zeigt die Verteilung der betrachteten Studien nach Erscheinungsdatum, thematischen Schwerpunkten, Analyseverfahren (Trendanalyse oder Szenarioanalyse) und regionaler Zuordnung.

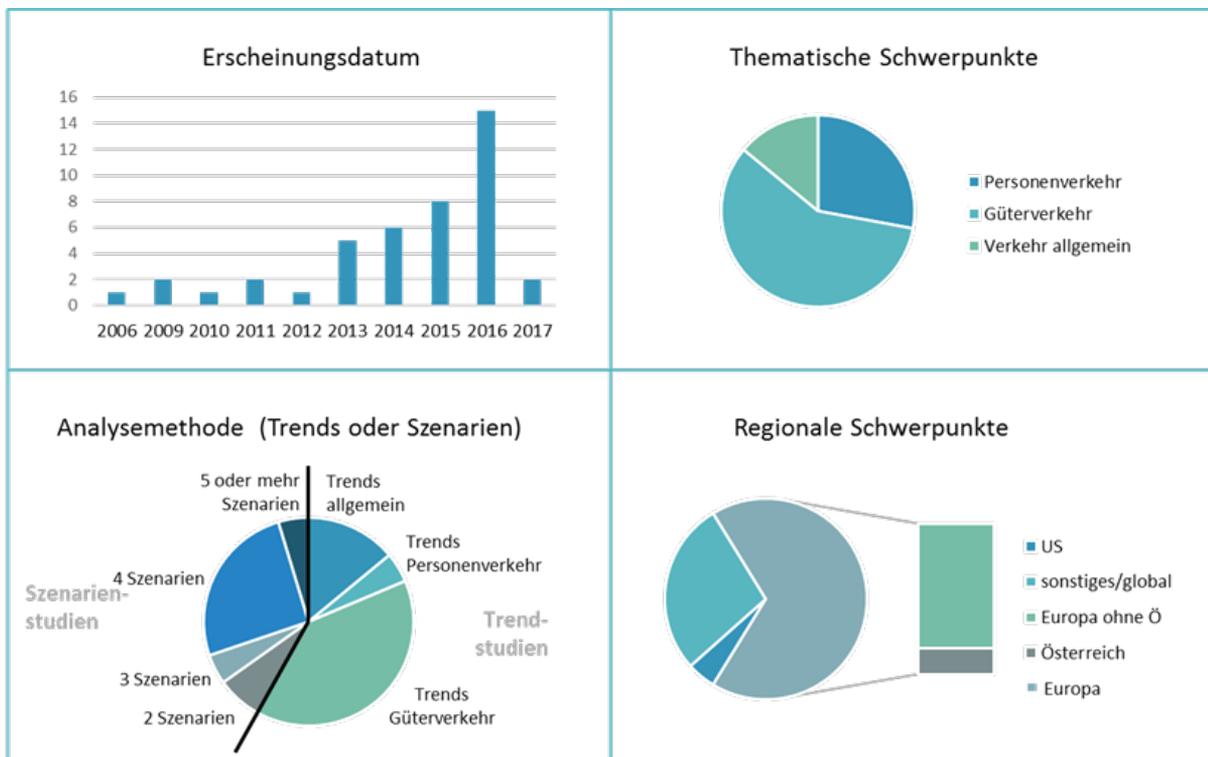


Abbildung 1: Aufgliederung der betrachteten Studien nach Erscheinungsdatum, thematischen Schwerpunkten, Analyseverfahren und regionaler Zuordnung

Die überwiegende Anzahl der betrachteten Studien stammt aus den letzten fünf Jahren (über 80%). Mit der zunehmenden Diskussion über neue Technologieentwicklungen (z.B. automatisiertes Fahren), disruptive Veränderungen der Mobilitätsaspekte (z.B. bessere Nutzung der Reisezeit) und neue Mobilitätspräferenzen (z.B. Sharing) wird eine immer größere werdende Anzahl von Themen im Zusammenhang mit der Zukunft der Mobilität in Studien aufgearbeitet. Die Zeithorizonte der untersuchten Veränderungspfade sind dabei je nach Themenschwerpunkt unterschiedlich: werden Veränderungen in den Beruhsanforderungen untersucht, so beschränkt sich der Betrachtungszeitraum meist auf die kurz- bis mittelfristige Zukunft; geht es um generelle Veränderungen im Personen- oder Güterverkehr, werden auch Langfristszenarien entwickelt, um Wirkungen abzuschätzen.

Auffallend ist, dass es in den betrachteten Publikationen so gut wie keine getrennte Aufbereitung unterschiedlicher Verkehrsträger (Straße, Schiene, Wasser, Luft) gibt; lediglich eine Metastudie der Europäischen Kommission aus dem Jahr 2017 behandelt Veränderungen auch gesondert nach den verschiedenen Verkehrsträgerkategorien (EC, 2017). Dies entspricht auch neueren Ansätzen, Verkehr als verkehrsträgerübergreifendes Gesamtsystem zu betrachten. Nachdem im Güterverkehr bereits seit längerer Zeit verkehrsträgerübergreifende Lösungen umgesetzt werden, geht man mittlerweile auch im Personenverkehr immer mehr dazu über, multimodale, systemische Ansätze in den Vordergrund zu stellen und Auswirkungen von Innovationen in einer Verkehrssparte auf andere Bereiche mit zu berücksichtigen. In Zukunft kann damit gerechnet werden, dass sich Definitionsgrenzen noch weiter aufweichen, wenn automatisierte Lösungen sowohl Personen- als auch Güterverkehrsaufgaben übernehmen (z.B. Robotaxis übernehmen Lieferdienste in Zeiten schwacher Personenverkehrsnachfrage) und auch die Grenzen zwischen öffentlichen und privaten Dienstleistungen verschwimmen (z.B. Ergänzung oder Ersatz von öffentlichen Massentransportangeboten durch privat betriebene On-Demand-Services).

Ein großer Teil der betrachteten Studien befasst sich mit dem Güterverkehr, wobei hier in erster Linie Trends und Einflussfaktoren auf unterschiedlichen Ebenen beschrieben werden (z.B. lokale vs. globale Ebene). Der Schwerpunkt Personenverkehr wird in den Studien hingegen häufiger in Form von Szenarien aufgearbeitet, denen eine Analyse aktueller Trends zugrunde liegt. Insgesamt beschreiben und vergleichen 16 der recherchierten Quellen unterschiedliche Zukunftsszenarien, wobei in den meisten Fällen vier Szenarien unterschieden werden. Für die Vorbereitung der Erhebungen im Rahmen dieser Studie wurden in erster Linie die Ergebnisse der Szenarienstudien herangezogen; Trendanalysen zu Entwicklungen im Güterverkehr und Personenverkehr sowie bezüglich der veränderten Anforderungen an neue Berufsbilder wurden ergänzend in die Betrachtung mit einbezogen. Fünf Studien wurden aufgrund ihrer geringen Relevanz für die Themen dieser Arbeit aus der vergleichenden Analyse ausgenommen. Tabelle 1 zeigt eine Übersicht der in der folgenden Auswertung verwendeten Studien.

Tabelle 1: Übersicht Studienquellen

	Schwerpunkt	EU / Österreich	andere Region / global
Trendstudien	Personenverkehr	RBSC, 2013	Lemmer, 2016
	Güterverkehr	Spath, 2013; DHL, 2016; Baums et al., 2015; Störmer et al., 2014, EC, 2016; Nowak et al., 2016, Stroh & Prümm, 2016, CILT, 2011; Lueghammer et al., 2015; Lueghammer et al., 2016; Macauley et al., 2015	WEF, 2016; McKinsey, 2016; Tipping et al., 2016; RBSC, 2016; IRC, 2017
	Verkehr allgemein	Froböse & Kühne, 2013; Zweck et al., 2015; Fischer, 2011; Kajtna et al., 2014	-
Szenariostudien	Personenverkehr	Curry et al., 2006; Marletto, 2014; Rohr et al., 2016, Urry et al., 2014	Zmud et al., 2013; Forum for the Future, 2010; Townsend, 2014; Ecola, et al., 2015; Lang et al., 2016
	Güterverkehr	DHL, 2012; EC, 2015; EC, 2009; Davydenko et al., 2009; RACE2050, 2015; Baier et al., 2013	Tipping & Kauschke, 2016

Legt man innerhalb der betrachteten Studien, die sich mit der Zukunft der Mobilität befassen, spezielles Augenmerk auf Aussagen die Veränderungen von Berufsbildern und Qualifikationen, so wird man in sechs Studien fündig. Dabei befassen sich einige speziell mit den konkreten Veränderungen in den Mobilitätsberufen und weniger mit Zukunftsszenarien (Fischer, 2011; Kajtna et al.). Andere, die sich mit Zukunftsszenarien im Güterverkehrsbereich beschäftigen, streifen auch Entwicklungen, die Berufe und Qualifikationen betreffen, allerdings nur am Rande (Clausen et al., 2014; IRC, 2017; Störmer et al., 2014). Lediglich eine Studie, die sich gleichzeitig mit Szenarien für die Zukunft der Mobilität befasst, sowie auch intensiv auf die konkreten Veränderungen Berufsbilder und Qualifikationen je Verkehrsträger betreffend eingeht, konnte identifiziert werden (Davydenko et al., 2009). Sie befasst sich allerdings speziell mit dem Bereich Transport und

Logistik (und nicht mit Personenverkehr) und stammt bereits aus dem Jahr 2009. Im Personenverkehr konnte keine in diesem Maße spezifische Studie identifiziert werden.

2.2.2. Trends im Personen- und Güterverkehr

Die Analyse der zukünftigen Entwicklungen im Transportsektor basiert auf unterschiedlichen Trends. Im Wesentlichen können dabei drei große Einflussbereiche unterschieden werden:

- **Übergeordnete Trends:**
Diese Entwicklungen beeinflussen sowohl Angebot als auch Nachfrage, indem sie auf die Entscheidungsmotive sowohl von AnbieterInnen als auch von NutzerInnen wirken (wirtschaftliche Interessen, Nachhaltigkeitsziele, soziale Erfordernisse) (Tipping & Kauschke, 2016; WEF, 2016; Spath, 2013; DHL, 2016; Baums et al., 2015; Tipping et al., 2016; RBSC, 2013; DHL, 2012; EC, 2015; EC, 2009; Davydenko et al., 2009; RACE2050, 2015; Lemmer, 2016; Marletto, 2014; Townsend, 2014; Ecola, et al., 2015; Rohr et al., 2016; Urry et al., 2014; Stroh & Prümm, 2016).
- **Angebotsseitige Trends:**
Dazu zählen vor allem Technologieentwicklungen und damit verbundene Veränderungen in den Mobilitätsangeboten, die vor allem Auswirkungen auf die Effizienz und Flexibilität haben (neue Angebote, qualitative Veränderungen der bestehenden Angebote) (Spath, 2013; Lueghammer et al., 2016; RBSC, 2013; Tipping & Kauschke, 2016; Macauley et al., 2015; Forum for the Future, 2010; Marletto, 2014; Urry et al., 2014; WEF, 2016; DHL, 2016; Rohr et al., 2016).
- **Nachfrageseitige Trends:**
Hier werden vor allem Veränderungen in den Einstellungen und Lebensrealitäten beschrieben, die Auswirkungen auf die Verkehrsnachfrage haben (Veränderungen in Nutzungsmustern und Anforderungen an unterschiedliche Verkehrsmittel) (Tipping & Kauschke, 2016; Lang et al., 2016; Spath, 2013; Baums et al., 2015; Lueghammer et al., 2015; McKinsey, 2016; Froböse & Kühne, 2013; RBSC, 2013; RBSC, 2016; EC, 2009; Forum for the Future, 2010; Curry et al., 2006; Lemmer, 2016; DHL, 2012; Townsend, 2014; Lang et al., 2016; Rohr et al., 2016; Urry et al., 2014; WEF, 2016; DHL, 2016; Tipping et al., 2016).

Generell werden in den Studien, die sich mit Entwicklungen im Güterverkehr beschäftigen, eher übergeordnete Trends und angebotsseitige Trends als Treiber der Verkehrsentwicklung gesehen. Neue Technologien und die damit verbundenen Verbesserungen im Umfang und in der Qualität des Angebots (besserer und umfassenderer Zugang zu Daten, höhere Flexibilisierung, Verkürzung von Lieferzeiten, Kosteneinsparungen, Synergieeffekte durch Sharingansätze etc.) werden vielfach als positiv beschrieben und versprechen neue Chancen im Gütertransport. Es werden vereinzelt allerdings auch mögliche Negativszenarien betrachtet, die vor allem durch ungünstige Entwicklungen von übergeordneten Trends bestimmt werden (z.B. durch Wirtschaftsstagnation, Klimakatastrophen etc.). In der Mehrheit der Fälle werden jedoch positive technologieorientierte Zukunftsbilder dargestellt.

Für den Personenverkehr sind die ausgearbeiteten Szenarien oft sehr vielschichtig und beschreiben häufig sowohl wünschenswerte als auch unerwünschte Entwicklungen in ein und demselben Szenario. Nachfrageseitige Veränderungen (z.B. neue Lebensstile und Einstellungen) spielen hier eine große Rolle. Wechselwirkungen zwischen übergeordneten Trends und Angebotsentwicklungen sowie nachfrageseitigen Bedürfnissen werden in diesen Studien als Grundlage für unterschiedliche Zukunftsperspektiven verwendet, in denen sowohl eine Zunahme von Technologien und Mobilität als auch das Gegenteil als mögliche Entwicklungen gesehen werden, wobei jede Variante Vor- und Nachteile beinhaltet.

2.2.2.1. Übergeordnete Trends

Übergeordnete (Mega-)Trends spielen in praktisch allen Studien und Publikationen eine wesentliche Rolle bei der Abschätzung künftiger Entwicklungen. In den meisten Fällen sind diese Trends eng mit den Motiven von EntscheidungsträgerInnen verknüpft, sowohl auf strategischer Ebene (bei der Gestaltung von Angeboten) also auch auf individueller Ebene (Verkehrsmittelnutzung der VerkehrsteilnehmerInnen). Generell werden am häufigsten zwei wesentliche Treiber thematisiert: Die Wirtschaftsentwicklung (stagnierendes, moderates oder starkes Wirtschaftswachstum) zählt zu den stärksten bestimmenden Faktoren und wird daher entsprechend häufig als Haupttrend identifiziert (DHL, 2012; EC, 2009; Davydenko et al., 2009; Townsend, 2014; Ecola, et al., 2015; Rohr et al., 2016; Lueghammer et al., 2016). Der

andere wesentliche bestimmende Faktor künftiger Entwicklungen ist das Ausmaß an Regulierungen, das von regierenden Stellen zur Steuerung eingesetzt wird, um langfristige bzw. gesellschaftspolitische Ziele zu erreichen (Davydenko et al., 2009; RACE2050, 2015; Forum for the Future, 2010; Ecola, et al., 2015; Lang et al., 2016; Rohr et al., 2016; Urry et al., 2014).

Die Wirtschaftsentwicklung ihrerseits wird zum einen mit Handlungsmotiven verschiedener Akteure in Verbindung gebracht: so werden zum Beispiel Auswirkungen protektionistischer Entwicklungen oder neuer Kooperationen (z.B. zur Erhöhung der Marktdominanz) auf den globalen und regionalen Handel und damit die Wirtschaftsentwicklung thematisiert (DHL, 2012; EC, 2015; RACE2050, 2015; Tipping & Kauschke, 2011; WEF, 2016; DHL, 2016; Marletto, 2014). Technologieentwicklungen andererseits werden ebenfalls als wichtige Wirtschaftstreiber gesehen, da sich dadurch neue Geschäftsmodelle (z.B. durch bessere bzw. umfangreichere Datenverfügbarkeit) und damit neue Angebote ergeben können (Marletto, 2014; RBSC, 2013; DHL, 2012; Stroh & Prümm, 2016).

Die Notwendigkeit von Regulierungsmaßnahmen wird vor allem im Zusammenhang mit dem Umweltschutz und sozialen Zielen gesehen. Entsprechende Trendstudien sehen einen Zuwachs an erforderlichen Maßnahmen zur Eindämmung des Klimawandels sowie für einen gerechteren und bewussteren Umgang mit Ressourcen (DHL, 2012; EC, 2009; Lemmer, 2016; Ecola, et al., 2015; WEF, 2016; Townsend, 2014) oder Maßnahmen zum Schutz vor Folgen des Klimawandels (Erhöhung der Sicherheit und Resilience) (Tipping et al., 2016; Spath, 2013).

2.2.2.2. Angebotsseitige Trends

Auf der Seite der Angebotsentwicklungen werden unterschiedliche technologische Entwicklungen als wesentliche Treiber beschrieben, die Auswirkungen auf die effizientere, flexiblere und ressourcensparendere Abwicklung des Verkehrs haben sollen (Macauley et al., 2015; Forum for the Future, 2010; Marletto, 2014; Urry et al., 2014; WEF, 2016; Lueghammer et al., 2016; DHL, 2016). Dabei werden nicht nur Verkehrstechnologien selbst genannt, sondern auch technologische Neuerungen, die Auswirkungen auf die zukünftige Verkehrsabwicklung haben, indem sie zu Verlagerungen in der Verkehrsnachfrage sowohl in Bezug auf gesteigerten Bedarf als auch auf Verkehrssubstitution haben können (z.B. eCommerce, Internet of Things, Physical Internet, 3D-Druck) (Tipping & Kauschke, 2016).

Ein wesentlicher Einfluss wird dabei der „digitalen Transformation“ zugesprochen (WEF, 2016), die Auswirkungen auf die Verfügbarkeit von Daten sowie – damit in Zusammenhang stehend – auf Möglichkeiten für Kooperations- und Nutzungsmodelle haben wird (z.B. Sharing-Konzepte in der Nutzung von Verkehrsangeboten aber auch bei der gemeinsamen Abwicklung von Logistikaufgaben wie Transport und Lagerung). Nachhaltigkeitseffekte werden dabei vor allem durch Effizienzsteigerungen sowie ressourcenschonendere Berücksichtigung von Produktlebenszyklen durch entsprechende Datenverfügbarkeit erwartet (RBSC, 2013; Spath, 2013; Lueghammer et al., 2016; WEF, 2016).

2.2.2.3. Nachfrageseitige Trends

Trends, die die Nachfrage beeinflussen, werden in verschiedenen Bereichen gesehen. Einerseits werden aufgrund von Veränderungen im Konsumverhalten Auswirkungen auf den Verkehr erwartet, z.B. durch Steigerungen im eCommerce Bereich (McKinsey, 2016; Tipping et al., 2016). Zum anderen werden Trends wie Sharing als neue Nutzungsmuster mit hohem Einfluss auf künftige Verkehrssysteme betrachtet, wobei dies nicht nur den Personenverkehr betrifft, sondern auch neue Geschäftsmodelle und Nutzereinbindungen für den Lieferverkehr eröffnet (Tipping & Kauschke, 2016; Lang et al., 2016).

Darüber hinaus werden durch generelle soziale Entwicklungen wie Individualisierung, Flexibilisierung und Polarisierung Veränderungen in den Einstellungen, Lebensstilen und im Konsumverhalten erwartet, die die Nutzung von Verkehrsangeboten mitbestimmen werden (Spath, 2013; Baums et al., 2015; Lueghammer et al., 2015; McKinsey, 2016; Tipping et al., 2016; Froböse & Kühne, 2013; RBSC, 2013; RBSC, 2016). Besonders in den Studien, die sich vorrangig mit der Entwicklung des Personenverkehrs auseinandersetzen, werden Themen wie Wertewandel und soziale Nachhaltigkeit sowie die daraus resultierende Akzeptanz von Verkehrsangeboten thematisiert (DHL, 2012; Townsend, 2014; Lang et al., 2016; Urry et al., 2014; Curry et al., 2006; Lemmer, 2016).

2.2.3. Zukunftsszenarien und deren Auswirkungen auf Mobilitätsentwicklungen

Zahlreiche Studien entwickeln verschiedene Szenarien, um unterschiedliche Zukunftsentwicklungen abzubilden. Die Richtung der Entwicklung wird dabei meist auf Basis von spezifischen Trends mit hohem Einfluss abgeschätzt. Der Großteil der Studien betrachtet zwei Hauptdimensionen (z.B. Wirtschaftsentwicklung und Marktregulierung), um daraus unterschiedliche Kombinationen von Entwicklungstendenzen abzuleiten (z.B. starkes Wirtschaftswachstum oder wirtschaftliche Stagnation kombiniert mit hoher oder geringer staatlicher Regulierung des Marktes). Folglich werden in diesen Studien in der Regel vier verschiedene Zukunftsszenarien – gebildet aus den Kombinationen der beiden Hauptdimensionen – beschrieben. Es gibt aber auch weniger komplexe Ansätze, die z.B. nur zwei diametrale positive bzw. negative Extremszenarien betrachten (z.B. RACE2050, 2015; DHL, 2016; Ecola, et al., 2015), aber auch komplexere Studien, die mehrere Einflussdimensionen berücksichtigen und drei oder fünf Szenarien beschreiben (z.B. DHL, 2012; Marletto, 2014; Rohr et al., 2016).

Folgende Trends, die in unterschiedlicher Ausprägung auftreten können, werden am häufigsten als entscheidend für die Entwicklung der Szenarien herangezogen:

- Staatliche Regulierung (starke oder geringe bzw. keine Regulierung des Marktes, z.B. beeinflusst durch Klimaziele);
- Ressourcenverfügbarkeit und Kosten (z.B. Energiekrise mit hohen Transportkosten oder Überwindung der Energieknappheit);
- Wirtschaftsentwicklung (hohes Wirtschaftswachstum oder Wirtschaftsstagnation);
- Marktstrategien (Forcierung von Kooperationen oder Konkurrenz);
- Marktorientierung (Dominanz globaler Player vs. Protektionismus und Stärkung lokaler Player);
- Arbeitsmarkt (Verfügbarkeit von oder Mangel an erforderlichen Arbeitskräften und Kompetenzen);
- Wertewandel (Verstärkung von Individualisierung und Konsumorientierung vs. Nachhaltigkeitsorientierung und Suffizienz);
- Technologieakzeptanz (Markterfolg oder Marktversagen neuer Technologien bzw. Angebote).

Auch bei den Szenariostudien zeigt sich, dass den zum Teil gegensätzlichen Einflüssen von Marktkräften und staatlicher Regulierung die größte Bedeutung bei der Entwicklung künftiger Mobilitätssysteme zugesprochen wird. Tabelle 2 zeigt eine Übersicht der in die Analyse einbezogenen Studien und der darin häufig betrachteten Einflussdimensionen.

Tabelle 2: Szenariodimensionen

		Anzahl Szenarien	Staatliche Regulierung	Ressourcenverfügbarkeit	Wirtschaftsentwicklung	Marktorientierung	Marktstrategien	Arbeitsmarkt	Wertewandel	Technologieakzeptanz
Güterverkehr	Tipping & Kauschke, 2016	4				x	x			
	DHL, 2012	5	x		x	x			x	
	EC, 2015	4	x			x				
	EC, 2009	4	x		x				x	
	Davydenko et al., 2009	4	x		x					
	RACE2050, 2015	2	x			x				
	Baier et al., 2013	2			x			x		
Personenverkehr	Curry et al., 2006	4	x							x
	Zmud et al., 2013	2	x	x						x
	Forum for the Future, 2010	4	x						x	x
	Marletto, 2014	3					x			x
	Townsend, 2014	4		x	x				x	
	Ecola, et al., 2015	2	x		x					
	Lang et al., 2016	4	x						x	
	Rohr et al., 2016	3	x		x					
	Urry et al., 2014	4	x						x	x

2.2.3.1. Szenarien im Güterverkehr

In den Studien, die vorwiegend Szenarien im Güterverkehrsbereich analysieren, werden neben dem Einfluss von staatlichen Regulierungsentscheidungen vor allem Marktinteressen betrachtet. Als wesentliche Bestimmungsgrößen auf staatlicher Seite kommen vor allem politische Ausrichtungen (z.B. Protektionismus und Stärkung lokaler Wirtschaft vs. Globalisierung und Dominanz globaler Player) zu tragen (z.B. EC, 2015; RACE2050, 2015), oder erforderliche Eingriffe aufgrund von Klimaveränderungen und möglicher entsprechender völkerrechtlicher Verpflichtungen (z.B. DHL, 2012; EC, 2009; Davydenko et al., 2009). Auch der Einfluss staatlicher Eingriffe auf die Entwicklung des Arbeitsmarktes (z.B. Arbeitsplatzbedingungen, Ausbildung) wird angesprochen (z.B. Davydenko et al., 2009; Baier et al., 2013). Die künftige Marktentwicklung wird einerseits auf die Entscheidungsstrategien der Akteure in Richtung Kollaboration oder Konkurrenz zurückgeführt, was auch die Orientierung auf verschiedenen Ebenen betreffen kann (global vs. lokal) (z.B. Tipping & Kauschke, 2016; EC, 2015).

2.2.3.2. Szenarien im Personenverkehr

Die Szenarien in den Studien mit Schwerpunkt Personenverkehrsentwicklung betrachten neben der Marktentwicklung und der Rolle staatlicher Interventionen auch zusätzlich verstärkt Trends auf der Seite der Nachfrageentwicklung; insbesondere Einflüsse auf Werte, Einstellungen und Verhaltensweisen. Ressourcenknappheiten und daraus resultierende Transportkosten haben sowohl Einfluss auf die Leistbarkeit und Akzeptanz neuer Angebote als auch auf die generelle Einstellung zu Verkehr und Ressourcenverbrauch (z.B. Curry et al., 2006; Lemmer, 2016; Townsend, 2014; Lang et al., 2016; Rohr et al., 2016). Diese sozialen Komponenten führen in den beschriebenen Szenarien sowohl zu neuen Chancen (z.B. neue Märkte und Geschäftsmodelle, die auf Suffizienzprinzipien und einer gewollten Verkehrs- und Konsumreduktion aufbauen, aber auch zu möglichen Ungleichgewichtungen, die zu sozialen Ungleichheiten und teilweisem Marktversagen führen können (z.B. Rohr et al., 2016; Urry et al., 2014).

2.3. Studien zu Berufsbildern und Qualifikationsanforderungen

In diesem Abschnitt werden Studien diskutiert, die sich mit sich ändernden Berufsbildern sowie Qualifikations- und Kompetenzanforderungen auf Grund von zunehmender Digitalisierung und Automatisierung auseinandersetzen. Da es kaum Studien gibt, die sich konkret mit diesen Veränderungen im Mobilitätssektor beschäftigen, werden im Folgenden vornehmlich generelle Befunde zu sich verändernden Berufsbildern und Qualifikationsanforderungen auf Grund von Digitalisierung und Automatisierung aus der Literatur zusammengefasst und wo möglich wird auf den Mobilitätssektor Bezug genommen.

2.3.1. Befunde zentraler Studien

Im Mobilitätssektor spielen zunehmende Digitalisierung und Automatisierung bereits heute eine wichtige Rolle und es wird angenommen, dass sich deren Bedeutung zukünftig noch deutlich intensivieren wird. Allerdings spielen technologische Neuerungen im Mobilitätssektor von jeher eine wichtige Rolle, denn bereits seit der Entwicklung erster motorisierter Fahrzeuge gab es immer wieder technologische Entwicklungen, die eine Anpassung der Lebensumstände und des Arbeitsmarktes notwendig machten. Beispielsweise wird in einer Studie von Dengler & Matthes (2015) darauf hingewiesen, dass *„in den vergangenen Jahrhunderten Berufe seltener verschwunden sind, sondern sich an die neuen Gegebenheiten angepasst haben“*. Zur Illustration ziehen sie das Beispiel des „Wageners“ heran, der ursprünglich die hölzernen Wagenräder für Kutschen fertigte und später als Waggonbauer für die Eisenbahn bzw. als Karosseriebauer in der Automobilindustrie tätig war (Dengler & Matthes, 2015). Dementsprechend sind flexible Ansätze im Umgang mit neuen Technologien und entsprechende Aus- und Weiterbildung von betroffenen Berufsgruppen im Mobilitätssektor immer schon eine Realität, die durch die zunehmende Digitalisierung und Automatisierung nun jedoch eine neue Brisanz gewinnt (Zweck et al., 2015).

Wenn man sich mit den Auswirkungen von zunehmender Digitalisierung und Automatisierung beschäftigt, ist ein zentrales, immer wieder diskutiertes Thema die Frage inwieweit Digitalisierung und Automatisierung zu Arbeitsplatzverlusten führen und welche Berufsgruppen davon betroffen sein werden. Obwohl hier oftmals von einem Negativtrend ausgegangen wird, kommt eine Vielzahl von Studien auch zum Schluss, dass sich bestehende Berufsbilder zwar verändern, einige

Berufe eventuell verschwinden, dafür aber auch neue entstehen werden. Jedenfalls ist anzunehmen, dass Automatisierung und Digitalisierung neuartige Anforderungen an Qualifikationen, Aus- und Weiterbildungen von Arbeitskräften als auch veränderte Arbeitsbedingungen und Arbeitszeiten im Mobilitätssektor mit sich bringen werden.

2.3.1.1. Auswirkungen auf die Arbeitsorganisation

Technologische Neuerungen haben ihre Auswirkungen auf die Nachfrage nach Arbeitskräften und die gesamte Arbeitsorganisation, - so auch im Mobilitätssektor. Schon jetzt ist die Tendenz deutlich erkennbar, dass vernetztes, interdisziplinäres Denken sowohl innerhalb der Arbeits- und Aufgabenbereiche, als auch innerhalb von Organisationen immer zentraler wird. Frey & Osborne (2013, S. 26) schreiben etwa: *„Work in the future will be more interconnected and network-oriented. Employees (and employers) will require the competencies to work across different disciplines, to collaborate virtually, and to demonstrate cultural sensitivity“*.

In der Literatur wird angenommen, dass die zunehmende Verwendung von digitalen Arbeitsmitteln zu einer zunehmenden *„Flexibilisierung, Dezentralisierung und Entgrenzung von Arbeit führen kann“* (Apt et al., 2016). Wobei die Flexibilisierung insbesondere die *„Auflösung tradierter räumlicher, zeitlicher oder organisatorischer Grenzen“* betrifft, was dazu führt, dass die Grenzen zwischen Arbeit und Privatleben zunehmend verschwimmen. Dies kann sowohl Vor- als auch Nachteile für ArbeitnehmerInnen mit sich bringen: Zum einen können dadurch die Zeit-, Energie- und Aufmerksamkeitskonkurrenzen zwischen Berufs- und Privatleben verstärkt werden; zum anderen kann sich dies aber auch förderlich auf die Vereinbarkeit von Beruf und Familie auswirken, insbesondere vor dem Hintergrund möglicher Zeitersparnis, z.B. Wegfall langer Pendelzeiten, die Verlagerung von Überstunden nach Hause bzw. in betreuungsfreundliche Zeiträume (Apt et al., 2016).

Neben einer Flexibilisierung der Arbeitszeit wird es im Zuge der Digitalisierung auch zu einer örtlichen Flexibilisierung von Arbeit kommen, dazu zählen Trends hinsichtlich der Arbeitsorganisation, die sich bereits heute abzeichnen, wie vermehrter Einsatz von Telearbeitsplätzen, Neustrukturierung von Büroräumlichkeiten, wo Arbeitsplätze von mehreren MitarbeiterInnen gleichzeitig genutzt oder Aufgaben an mehreren Standorten innerhalb einer Bürofläche oder an unterschiedlichen Unternehmensstandorten durchgeführt werden (Apt et al., 2016). Gegenläufig zu diesem Trend, sind aber auch Bestrebungen beobachtbar, die zumutbaren Arbeitswege auszudehnen, Tätigkeiten zu internationalisieren und generell mehr Mobilität von Arbeitskräften zu fordern (Löffler, 2017).

Meil (2016, S. 102) kommt in einem Beitrag zu *„Digitale Arbeit, digitale Beschäftigung und die Zukunft des Arbeitsmarkts: Eine soziologische Perspektive“* zu folgendem Schluss: *„Digitale Technologien erleichtern Outsourcing [...]. Dieser Umstand hat großen Einfluss auf die Art und Weise, wie Arbeit organisiert wird, und auf die Art der angebotenen Arbeit selbst. Arbeit wird in diesem Zusammenhang tendenziell in Projekten organisiert. In diesen Projekten werden Tätigkeiten, Aufgaben und Teilprodukte zuerst aufgespalten und unter verschiedene Personen aufgeteilt, die potenziell auch an verschiedenen Orten leben und arbeiten können; danach müssen die verschiedenen Teile wieder in ein Endprodukt oder eine Dienstleistung reintegriert werden“*.

2.3.1.2. Auswirkungen auf Berufe, Qualifikationen und Kompetenzen

In Hinblick auf sich verändernde Berufe auf Grund von zunehmender Digitalisierung und Automatisierung wird vielfach auf die von Frey und Osborne (2013) durchgeführte Studie, in der die Auswirkungen zunehmender Computerisierung auf verschiedene Berufe in den USA untersucht wurde, verwiesen. Zentrales Ergebnis der Studie war, dass in den USA 47% der Erwerbstätigen in Berufen arbeiten, die mit hoher Wahrscheinlichkeit automatisiert werden können. Neuere Studien (u.a. Aepli, et al., 2017; Apt, Bovenschulte, Hartmann, & Wischmann, 2016; Löffler, 2017; Nagl, Titelbach, & Valkova, 2017) weisen jedoch darauf hin, dass anzunehmen ist, dass sich nicht gesamte Berufe verändern oder verschwinden, sondern sich meist nur bestimmte Tätigkeiten innerhalb eines Berufes auf Grund von zunehmender Digitalisierung und Automatisierung verändern werden.

In der Literatur werden üblicherweise fünf Typen von Tätigkeiten unterschieden: (1) Analytische Nicht-Routine-Tätigkeiten; (2) interaktive Nicht-Routine-Tätigkeiten; (3) kognitive Routinetätigkeiten; (4) manuelle Routinetätigkeiten und (5) manuelle Nicht-Routinetätigkeiten. Es ist anzunehmen, dass analytische und interaktive Nicht-Routinetätigkeiten (bspw. Management oder Beratung) nur durch Computer unterstützt nicht aber von ihnen ersetzt werden können, wohingegen kognitive Routinetätigkeiten (bspw. Buchhaltung) oder manuelle Routinetätigkeiten (bspw. Sortieren) eine höhere Wahrscheinlichkeit haben von Computern ersetzt zu werden. Manuelle Nicht-Routinetätigkeiten sind meist noch nicht oder schwieriger zu ersetzen. Bspw. wird das Führen eines Personen- oder Lastkraftwagens dzt. noch als eine manuelle Nicht-Routinetätigkeit eingestuft, da Fahrzeuge bisweilen nur teilautonom, zu Testzwecken und auf bestimmten Strecken

fahren dürfen. Sobald die Automatisierung aber Stufe 4 oder 5 erreicht hat dürfte aus dieser bisherigen manuellen Nicht-Routinetätigkeit des „Fahrens“ eine Routine-Tätigkeit werden, die ersetzt werden kann (Dengler & Matthes, 2015).

Das heißt, innerhalb von Berufen kann es Tätigkeiten geben, die sich im Zuge der Digitalisierung nicht oder erst im Verlauf der Zeit ersetzen lassen. Eine hohe Automatisierungswahrscheinlichkeit wird somit nicht zwangsläufig dazu führen, dass die menschliche Arbeitskraft in einem Beruf obsolet wird, sondern vielmehr kann durch die Automatisierung Zeit verfügbar werden, sich anderen Tätigkeiten zu widmen (Nagl et al., 2017). Beispielsweise könnten selbstfahrende Fahrzeuge den Arbeitsalltag von TaxifahrerInnen insofern verändern, als sie während der Fahrt organisieren, planen oder andere Aufgaben erledigen können. Auch für den KundInnenservice eröffnen sich hier neue Perspektiven im Mobilitätssektor (bspw. könnten FahrerInnen zunehmend in der Betreuung und Servicierung von KundInnen eingesetzt werden). Mit anderen Worten, in den nächsten Jahrzehnten werden sich die Arbeitsplätze und der Berufsalltag vieler Beschäftigter verändern, da neue Technologien in ihre Arbeitsfelder integriert werden, ein vollkommenes Auflösen der Berufsbereiche ist aber derzeit in kaum einem Bereich vorzusehen.

Nichtsdestotrotz sind sich die meisten AutorInnen darüber einig, dass es einen „positiven Zusammenhang zwischen dem Routineanteil eines Berufes und seiner Substituierbarkeit“ gibt. So sind Berufe „in denen viel Kreativität, soziale Intelligenz und unternehmerisches Denken verlangt“ wird (analytische und interaktive Nicht-Routinetätigkeiten), weniger bis gar nicht von Digitalisierung bedroht. Außerdem wird oft nicht genügend darauf hingewiesen, dass die Digitalisierung und Automatisierung auch zur Entstehung von ganz neuen Berufen beitragen wird (z.B. in den Bereichen System- und Cybersecurity, Big Data, Herstellung, Installation, Bedienung und Wartung von digitalen Systemen) (Aepli et al., 2017). Arntz et al. (2018) konstatieren in ihrem Beitrag zu Gesamtbeschäftigungseffekten von Digitalisierung beispielsweise, dass neue Technologien über Kosten- und Preissenkungen zu einem Anstieg der Nachfrage und über die Ausdehnung der Produktion zu neuer Beschäftigung führen können und somit nicht zwangsläufig negative Auswirkungen auf die Gesamtbeschäftigung haben müssen.

Grundsätzlich kann angenommen werden, dass je höher das Anforderungsprofil ist, desto geringer die Wahrscheinlichkeit ist durch Digitalisierungsprozesse substituiert zu werden. Die zunehmende Übernahme von Routinetätigkeiten durch digitalisierte und automatisierte Systeme wird in vielen Berufen zu einer Verlagerung weg von Routinetätigkeiten hin zu persönlichen und personenbezogenen Dienstleistungen führen. Für niedrig qualifizierter Personen können im Bereich der Kontrolle und Überwachung von digitalisierten Prozessen ebenfalls neue Beschäftigungsmöglichkeiten entstehen (Löffler, 2017). Es lässt sich aber auch beobachten, dass Beschäftigte mit hohen ‚Skills-Levels‘ in der Hierarchie hinunterrutschen können, indem sie Aufgaben übernehmen, die zuvor Personen mit niedrigerem ‚Skills-Level‘ erledigt haben und diese somit in noch niedriger qualifizierte Jobs drängen, bzw. in extremen Fällen ihre Notwendigkeit am Arbeitsmarkt gänzlich verschwindet. Das wirft die Frage auf, ob der Mensch in der Lage ist, in Form von Bildung der Technologie Einhalt zu gebieten (Frey & Osborne, 2013).

Dementsprechend werden sich Digitalisierung und Automatisierung auch auf die Qualifikationsanforderungen von Beschäftigten auswirken. Hier werden in der Literatur zwei kontroverse Annahmen getroffen, die einen sprechen von der Polarisierungshypothese, die annimmt, dass der Anteil der Berufstätigen mit mittlerem Qualifikationsniveau gegenüber den Gering- und Hochqualifizierten abnehmen wird. Demgegenüber steht die These, dass es zukünftig eher zu einem ‚Upskilling‘ kommen wird und ArbeitnehmerInnen über alle Qualifikationsniveaus besser ausgebildet werden sollten, um für die neuen digitalen Technologien gerüstet zu sein (Aepli et al., 2017).

In jedem Fall werden Kompetenzen wichtiger, die unmittelbar mit den neuen Technologien in Zusammenhang stehen, wobei hier meist von IT-Kompetenzen bzw. digitalen Kompetenzen gesprochen wird. Darunter fallen *„der Umgang mit und die Analyse von (großen) Datenmengen, deren Nutzung zur Prozessoptimierung, Softwarebeherrschung, IT-Kontrolle und -steuerung [...] Navigation, Organisation und Aufarbeitung von digitaler Information [...], Beherrschen von Computersprachen, Programmierung und Nutzbarmachung sozialer Medien“* (Aepli et al., 2017, S. 36). Weiters werden transversale, sogenannte Querschnittskompetenzen an Bedeutung gewinnen, z.B. die Fähigkeit, „komplexe Sachverhalte und Zusammenhänge zu analysieren“, „Eigenverantwortung und Kooperationsfähigkeit“, „Überblickswissen“, „Führungsqualitäten“, „Kreativität“, „interdisziplinäres Denken und Handeln“, „Kundenorientierung“, „Team- und Kommunikationsfähigkeit“, „lebenslanges Lernen“, Anpassungsfähigkeit in Hinblick auf sich schnell ändernde technologische Gegebenheiten sowie „Soft Skills“ und „soziale Intelligenz“ (Aepli et al., 2017, S. 36-37).

Daneben werden viele Berufe im Mobilitätssektor schon jetzt als stark interdisziplinär bezeichnet. Neben einem hohen Bedarf an Spezialisierung ist auch eine hohe Nachfrage nach GeneralistInnen bzw. gut ausgebildeten Fachkräften, die in der Lage sind, die Komplexität des Verkehrssystems inklusive der verschiedensten Anspruchsgruppen – soweit möglich – objektiv beurteilen zu können (Kajtna et al., 2014).

Generell wird angenommen, dass sich gut ausgebildete Personen schneller neue Kompetenzen aneignen und somit dem technologischen Wandel eher bewältigen können als gering oder schlecht ausgebildete Personen. Einhellig wird davon ausgegangen, dass KundInnenkontakt, soziale Fähigkeiten und Teamarbeit zukünftig besonders wichtige Kompetenzen sein werden. Die Integration von Know-how rund um Technik und ihre Möglichkeiten für die Mobilität der Zukunft, Anspruchsgruppen und deren Bedürfnisse, die soziale Komponente und Management-Herausforderungen vor dem Hintergrund sich verändernder Management-Strukturen (insbesondere im Bereich der Logistik) wird auch in anderen Studien als maßgebliche berufliche Herausforderung der Zukunft gesehen (Clausen et al., 2014).

In einer jüngst publizierten Studie zur Automatisierung im Güterverkehrssystem kommen Zajicek und Sedlacek (2018) zum Schluss, dass die Nachfrage nach IT-TechnikerInnen, MechatronikerInnen und DatenschutzexpertInnen zukünftig weiter steigen wird. Im Allgemeinen werden sich viele Jobprofile verändern. Als neue Jobs die zukünftig entstehen werden, nennen sie RoboterkoordinatorInnen, Drohnen-PilotIn oder Drohnen-IngenieurIn.

2.3.1.3. Zukünftige Qualifikationsbedarfe – Anforderungen an die Aus- und Weiterbildung

In Hinblick auf zukünftige Qualifikationsbedarfe scheint es dementsprechend plausibler, dass es weniger zum Verschwinden von ganzen Berufen kommen wird, sondern vielmehr, dass sich im Zuge der Digitalisierung und Automatisierung Einzeltätigkeiten in bestehenden Berufen verändern bzw. neue Berufsbilder entstehen werden. Apt et al., (2016, S. 33) argumentieren in diesem Zusammenhang: *„Dementsprechend wird in Zukunft weniger die Frage wichtig sein, welche Qualifikation für eine bestimmte Tätigkeit erforderlich ist, sondern vielmehr, welche Anforderungen eine Tätigkeit stellt und wie diese Anforderungen von Menschen mit bestimmten Kompetenzen und jeweils spezifisch ausgeprägten, individualisierten Assistenzsystemen bewältigt werden können“*.

Neben einer fundierten Grundausbildung wird lebenslanges Lernen über den gesamten Bildungs- und Erwerbsverlauf und über alle Qualifikationsniveaus hinweg in Zukunft noch wichtiger werden, um mit den technologischen Neuerungen mithalten zu können. Neben bestehenden Lehr- und Lernansätze, müssen hier auch die Kompetenzen von Aus- und WeiterbildnerInnen entsprechend an die Technologieentwicklung angepasst werden. Derzeit beschränkt sich der Einsatz von neuen Technologien in der Aus- und Weiterbildung meist noch auf die Einbindung von sozialen Netzwerken oder E-Learning-Konzepten, nicht jedoch auf die Förderung von digitaler Kompetenz. Diese digitale Kompetenz soll dazu befähigen, Computer nicht nur zu verwenden, *„sondern bewusst und kontrolliert für das Lernen oder die Selbstorganisation“* einzusetzen (Armtzs et al., 2018).

Eine vermehrte Einbindung digitaler Technologien in die Aus- und Weiterbildung wird insbesondere vor dem Hintergrund, dass Wissen zunehmend in digitaler Form gespeichert und verfügbar ist, zunehmen. Das bedeutet, dass sich unser Bildungssystem, dass früher auf die Aneignung von Spezial- und ExpertInnenwissen ausgelegt war, zunehmend andere Fähigkeiten und Kompetenzen der Auszubildenden fördern muss, *„non-formale Fähigkeiten zu selbstständigem Handeln, Selbstorganisation oder Abstraktion“* sowie die richtige Interpretation digital verfügbaren Wissens werden zunehmend ins Zentrum rücken (Apt et al., 2016, S. 36).

Foresight-Studien, die mit antizipativen Prozessen arbeiten, um wahrscheinliche neue Qualifikationen zu identifizieren und diese in neue Lehrpläne zu übersetzen, sollten nach Annahme einiger AutorInnen zukünftig vermehrt zum Einsatz kommen, um sicherzustellen, dass man sich bereits frühzeitig auf neue Qualifikationsanforderungen vorbereiten kann, bevor eine neue Technologie unmittelbar zum Einsatz kommt. Dadurch könne der *„der so kritische Qualifikations-Lag vermieden werden, da bereits in der Frühphase der Markteinführung (= industrielle Anwendung) neuer Technologien die entsprechenden Aus- und Weiterbildungsmaßnahmen bzw. qualifizierten Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer verfügbar sind“* (Apt et al., 2016, S. 33).

2.3.2. Statistiken zur Entwicklung von Beschäftigung und Arbeit im Kontext von Digitalisierung und Automatisierung

Über Wahrscheinlichkeiten der Digitalisierung in Österreich machten sich Nagl et al. (2017) in ihrem Bericht *„Digitalisierung der Arbeit: Substituierbarkeit von Berufen im Zuge der Automatisierung durch Industrie 4.0“* Gedanken. Sie folgten bei Ihrer Untersuchung der Methodologie wie sie von Frey & Osborne für die Abschätzung der Automatisierungswahrscheinlichkeit der Berufe in den USA angewendet wurde. Sie kommen zu dem Schluss, dass in Österreich 9% der Beschäftigten (359.121 Beschäftigte) ein Tätigkeitsprofil aufweisen, welches mit hoher Wahrscheinlichkeit in naher Zukunft von Maschinen ersetzt werden könnte. In Hinblick auf das Beschäftigungsvolumen würde das 8,5% der Arbeitsstunden

ausmachen, das heißt rund 318.835 Vollzeitäquivalente. Am stärksten von der Automatisierung betroffen seien Hilfsarbeitskräfte, HandwerkerInnen, MaschinenbedienerInnen und Personen in Dienstleistungsberufen; diese weisen mittlere bis hohe Automatisierungswahrscheinlichkeiten auf. Am geringsten betroffen sind derzeit AkademikerInnen und Führungskräfte, die fast keine hohen und vorwiegend sehr geringe Wahrscheinlichkeiten der Automatisierung ihrer Tätigkeiten haben. Der Großteil der Beschäftigten in Österreich besitzt demnach ein mittleres Automatisierungsrisiko zwischen 30 und 70% (Nagl. et al., 2017).

Im Jahr 2016 waren in Österreich insgesamt 199.300 (ohne geringfügig Beschäftigte) im Mobilitätssektor unselbstständig beschäftigt. Die meisten Beschäftigten gab es mit 67.099 Personen im Güterbeförderungsgewerbe und mit 44.658 Personen bei Schienenbahnen, Gefolgt von Spediteuren (24.287), Seilbahnen (15.143), Beförderungsgewerbe mit PKW (13.432), Luftfahrtunternehmungen (12.052), Autobusunternehmungen (9.883), Garagen-, Tankstellen- und Servicestationsunternehmen (9.322), Fahrschulen (1.872), Allgemeiner Verkehr (1.131) und Schifffahrtunternehmungen (421) (WKO, 2017). Laut den Daten der WKO zum österreichischen Verkehrswirtschaft sind die Beschäftigtenzahlen in den Fahrschulen und im Allgemeinen Verkehr seit 2010 am stärksten gestiegen. Sinkende Beschäftigtenzahlen gibt es seit 2010 auch in Autobus-, Luftfahrt- und Schifffahrtunternehmungen. Steigende Beschäftigtenzahlen weisen im selben Zeitraum die Schienenbahnen, Seilbahnen, Spediteure und den Garagen-, Tankstellen- und Servicestationsunternehmen auf (WKO, 2017). In Hinblick auf die Arbeitslosigkeit waren im Jahresdurchschnitt 2016 insgesamt 14.245 Personen in Verkehrsberufen arbeitslos gemeldet, das entspricht 4,1% aller arbeitslos gemeldeten Personen (WKO, 2017).

Eine Studie der gemeinsamen Forschungsstelle der Europäischen Kommission (Joint Research Centre – JRC) zur Zukunft der Beschäftigung im europäischen Transportsektor beleuchtet u.a. auch die Beschäftigtenzahlen im österreichischen Transportsektor von 1990 bis 2030 (siehe Tabelle 3). Die im Vergleich zum obigen Absatz zum Teil unterschiedlichen Beschäftigtenzahlen sind Daten aus unterschiedlichen Perspektiven geschuldet: Oben die WKO-Einteilung „Transport und Verkehr“ zu denen auch die Personenbeförderung zählt, unten die JRC-Betrachtung des Transportsektors, die hauptsächlich auf den Güterverkehr Bezug nimmt.

Tabelle 3: JRC-Projektionen für Beschäftigung im Transport in Österreich (nach Sektoren)

Transportsektor	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Beschäftigte Fracht / Straße	25.453	34.826	47.650	57.576	51.012	55.793	58.734	60.213	61.611
Beschäftigte Öffentlicher Verkehr	47.791	51.174	52.747	51.894	53.400	57.739	61.524	64.592	66.955
Schienenverkehr	65.000	60.352	52.554	15.897	12.468	12.957	13.479	13.877	14.300
Flugverkehr	4.560	6.279	8.646	9.311	8.786	10.727	12.834	14.671	16.048
Gesamt	142.804	152.631	161.597	134.678	125.666	137.216	146.571	153.353	158.914

Quelle: Christidis P., Navajas E., Brons M., Schade B., Mongeli I., Soria A. (2014). Future employment in transport. Analysis of labour supply and demand. JRC Technical Reports, Report EUR 26978 EN.

Für Österreich kommt der JRC Bericht zu dem Schluss, dass die Beschäftigung im Mobilitätsbereich in Österreich insgesamt über alle Verkehrsträger hinweg im Vergleich zum Ausgangsjahr 1990 bis 2030 um rund 11% zunehmen wird. Dabei wird sich die Zahl der Beschäftigten im Bereich Fracht/ Straße, öffentlicher Verkehr und im Flugverkehr insgesamt

positiv entwickeln wird und sich die Anzahl der Beschäftigten nach einem deutlichen Beschäftigungsrückgang zwischen den Jahren 1990 und 2005 bis 2030 im Schienenverkehr verhältnismäßig stabil entwickeln.

Tabelle 4 gibt einen Überblick über die Anteile verschiedener Qualifikationsniveaus im Transportbereich in Österreich und im europäischen Vergleich.

Tabelle 4: Anteil verschiedener Qualifikationsebenen im Transport in Österreich und der EU

	2010		2015		2025	
	AT	EU	AT	EU	AT	EU
Anteil hohe Qualifikationen	7%	14%	9%	15%	10%	16%
Anteil mittlere Qualifikationen	78%	60%	79%	61%	80%	61%
Anteil niedrige Qualifikationen	15%	26%	13%	25%	10%	22%

Quelle: Christidis P., Navajas E., Brons M., Schade B., Mongeli I., Soria A. (2014). Future employment in transport. Analysis of labour supply and demand. JRC Technical Reports, Report EUR 26978 EN.

Im Vergleich zum EU Durchschnitt ist der Anteil an hohen Qualifikationen im Transportsektor in Österreich deutlich niedriger, wobei angenommen wird, dass sich dieser bis 2025 von 7% auf 10% erhöhen wird, dann aber immer noch deutlich unter dem EU-Durchschnitt liegt. Selbiges trifft auf Beschäftigte mit niedrigem Qualifikationsniveau zu, hier zeigen die Zahlen für 2010 einen Anteil von 15% für Österreich und 26% für die EU. Interessant ist, dass angenommen wird, dass sich der Anteil der gering Qualifizierten bis 2025 verringern wird (auf 10% in Österreich und auf 22% in der EU). Demgegenüber arbeiten im österreichischen Transportsektor mit 78% im Vergleich zu 60% im EU Schnitt (Daten für das Jahr 2010) deutlich mehr Personen mit mittleren Qualifikationsniveau, wobei angenommen wird, dass sich dieser Anteil bis 2025 um weitere 2% auf 80% erhöhen wird.³⁰

³⁰ Die Prognose der Qualifikationsanteile wurde in der JRC Studie auf Basis von Projektionen der Eurostat Labour Force Survey, demographischen Prognosen und Prognosen der Wirtschaftsentwicklung durchgeführt. Da im Labour Force Survey die Österreichische Qualifikationslandschaft einen hohen Anteil an mittleren Qualifikationen aufweist (Lehrberufe, mittlere Berufsabschlüsse an Schulen wie z.B. die höheren technischen Lehranstalten), ist der Österreich-Anteil sowohl bei höheren als auch bei niedrigeren Qualifikationen unter dem europäischen Durchschnitt.

3. Szenarien als Rahmen für die Analyse der Effekte auf Beschäftigung und Qualifikation

3.1. Methode

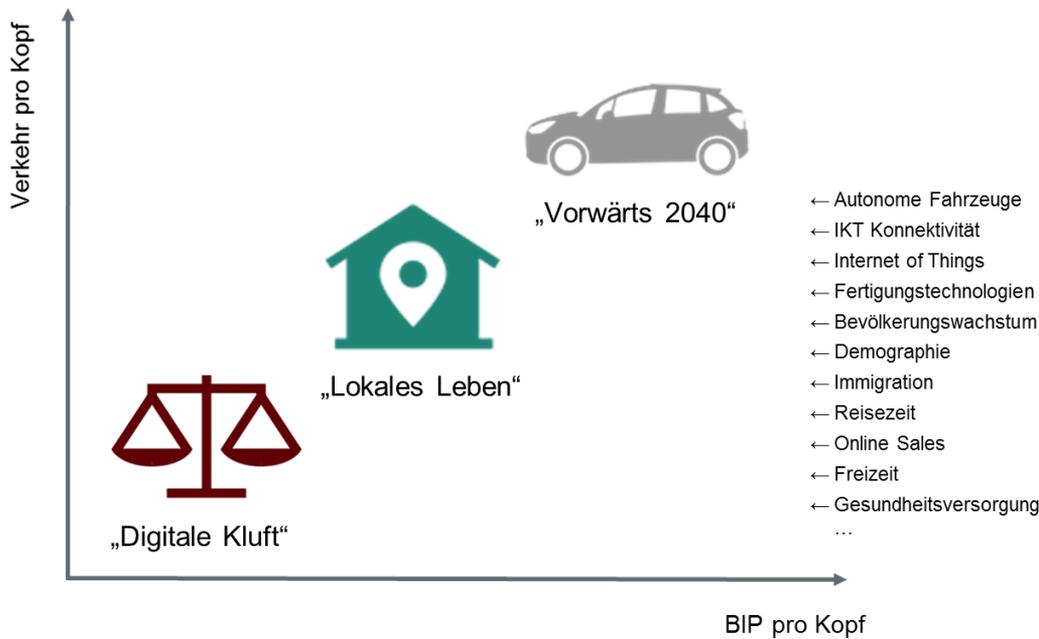
Für die Bewertung der Effekte der Automatisierung und Digitalisierung des Mobilitätssektors wurden unterschiedliche Szenarien zugrunde gelegt. Dabei wurde kein eigener vollständiger Szenarioentwicklungsprozess für den österreichischen Mobilitätssektor organisiert, sondern es wurden auf Basis vorhandener Szenariostudien drei Szenarien ausgewählt und erweitert, um gleichermaßen für den Personen- als auch Güterverkehr Aussagen tätigen zu können. Wie oben dargestellt (Kap. 2.2.) wurde in der Literatur in der jüngeren Vergangenheit eine Reihe von Studien zur längerfristigen Entwicklung des Mobilitätssektors publiziert, die verschiedene Szenarien definieren. Die Szenarien haben dabei einen Schwerpunkt auf den Güterverkehr oder der Entwicklung des autonomen Fahrens im Straßenverkehr. Auf Güter- und Personenverkehr und den Entwicklungen auf die vier Verkehrsträger Straße, Schiene, Wasser und Luft wurde bislang jedoch nicht systematisch innerhalb einer Studie eingegangen. Keine dieser Szenariostudien adressiert überdies explizit das Thema der Konsequenzen für die Arbeitswelt.

Das Ziel der Auswahl und Kontextualisierung der Szenarien war es, konsistente Zukunftsbilder über die Entwicklung des Mobilitätssektors zu definieren, bei dem die Digitalisierung und Automatisierung eine wesentliche Triebkraft ist und zugleich unterschiedliche Geschwindigkeiten und Ausprägungen zum Ausdruck bringen. Auf Basis von generischen Szenarien wurden sodann im Rahmen von Workshops mit ExpertInnen die Effekte für Beschäftigung und Arbeit diskutiert und bewertet.

Das Screening und die Bewertung der publizierten Zukunftsstudien zeigte, dass die Arbeit von Rohr et al. (2016) mit dem Titel „*Travel in Britain in 2035: Future scenarios and their implications for technology innovation*“, durchgeführt von der etablierten RAND Corporation im Auftrag von Innovate UK, die beste Ausgangsbasis für die Beantwortung der Fragestellung der vorliegenden Studie darstellt. Digitale Technologien sind ein wesentlicher Einflussfaktor für die Formulierung von Szenarien bei Ecola et al., die der klassischen Szenario-Methode folgen und auf Basis von Konsistenz- und Clusteranalysen Szenarien entwickelt haben. Insgesamt werden dabei drei Szenarien vorgestellt, die im englischen Original als „Driving Ahead“, „Live Local“ und „Digital Divide“ bezeichnet werden. Als wesentliche Einflussfaktoren für die Ausprägung dieser drei Szenarien ergibt sich das Verkehrsaufkommen pro Kopf und das BIP pro Kopf. Des Weiteren spielt eine Vielzahl von weiteren Einflussfaktoren eine Rolle: allen voran die Entwicklungsstufen für autonomes Fahren, aber auch die Durchsetzung des Internet der Dinge, das Ausmaß der Diffusion von Fertigungstechnologien wie 3D Printing, aber auch die demographische Entwicklung, das Bevölkerungswachstum oder das Freizeitverhalten.

Die RAND Studie beschreibt für die drei Szenarien Auswirkungen für die unterschiedlichen Verkehrsträger und den Güter- und Personenverkehr infolge spezifischer Nachfragemuster nach Mobilität, etwa durch veränderte Produktionsprozesse, Telearbeit oder Gesundheitsversorgung. Kaum berücksichtigt werden Auswirkungen auf das Verkehrsaufkommen auf dem Wasser und insgesamt sind die Ausführungen zum Gütertransport und der Verkehrslogistik weniger detailliert. Entsprechend wurden im Weiteren Interviews mit ExpertInnen sowohl aus dem Personen- wie auch Güterverkehrsbe- reich durchgeführt, um die Szenarien zu validieren und Spezifika des österreichischen Mobilitätssektors zu berücksichtigen. Des Weiteren wurden Erkenntnisse aus anderen Studien, die sich explizit mit der Entwicklung des Gütertransports befassen (Bsp. RACE2050, 2015, Ecorys et al. 2015) berücksichtigt. Damit konnten die Szenarien in Bezug auf die unterschiedlichen Verkehrsträger sowie den Personen- und Güterverkehr erweitert werden.

Abbildung 2 stellt die drei Szenarien, die den Ausgangspunkt für die Analyse und Bewertung der Effekte der Automatisierung und Digitalisierung des Mobilitätssektors in Anlehnung an die RAND Studie bilden, dar. Die drei Szenarien werden im nächsten Kapitel detailliert beschrieben.



Quelle: in Anlehnung an Rohr et al. (2016)

Abbildung 2: Überblick über die drei Szenarien

3.2. Die drei Szenarien im Detail

3.2.1. Szenario 1: „Vorwärts 2040“

Kurzbeschreibung: In diesem Szenario kommt es infolge eines anhaltenden Wirtschaftswachstums und des steigenden Angebots von autonomen Fahrzeugen zu einem weiteren Anstieg des pro-Kopf Verkehrs. Die entscheidende Technologie der letzten zehn bis fünfzehn Jahre war das völlig autonome Fahrzeug - eines, das an jedem Ort ohne menschliche Hilfe fährt. Aber auch in den Bereichen Luft, Schiene und Wasser sind autonome Transportmittel technologisch zur Gänze ausgereift. Schnellere Breitbandgeschwindigkeiten – terrestrisch und über den erdnahen Orbit – sorgen dafür, dass vollautonome Fahrzeuge (VAF) ordnungsgemäß funktionieren, insbesondere in städtischen Umgebungen. Automatisiertes Fahren kommt dabei im privaten, gewerblichen und öffentlichen Bereich zur Anwendung. Das veränderte Konsumverhalten führt zu einem Anstieg des Güterverkehrs. Attraktive Sharing- und Dienstleistungsmodelle gewinnen an Bedeutung und decken Mobilitätsanforderungen ab, die aufgrund geänderter gesellschaftlicher Entwicklungen wie der Überalterung der Gesellschaft entstehen. Die Urbanisierung schreitet weiter voran, Staus und längere Reisezeiten werden in Kauf genommen, wobei die Reisezeiten aktiv, nicht zuletzt auch für die Arbeit, genutzt werden. Hohe Investitionen in die Infrastruktur sind notwendig, die durch die öffentliche Hand im hohen Ausmaß mitgetragen werden. Die Sicherheit hat sich insgesamt erhöht, Individuen akzeptieren zugleich die Restrisiken, die mit autonomem Fahren einhergehen. Öffentliche Verkehrsbetriebe und deren Angebote können trotz eigener Automatisierungen ihrer Flotten nur teilweise mit der Angebots- und Nachfrageentwicklung mithalten und werden dabei insbesondere von Personen genutzt, die Sharing Modelle privater Anbieter bzw. autonome Fahrzeuge aus Einkommensgründen nicht in Anspruch nehmen. Es gibt keine Energiekrise.

Wesentliche Einflussfaktoren für die Konstruktion der Szenarien:

- Steigendes Wirtschaftswachstum
- Steigender pro-Kopf-Verkehr

- Automatisiertes Fahren (ab Stufe 4) setzt sich in allen Bereichen durch
- Anstieg des Güterverkehrs
- Steigende Bedeutung von Sharing Modellen
- Sinkende Reise- und Transportkosten

Im Detail stellt sich die Entwicklung eines automatisierten Verkehrs nach Nutzungskontexten in diesem Szenario wie folgt dar:

Arbeitsplatz: Im Jahr 2040 haben es VAF den Menschen ermöglicht, weiter entfernt von Erwerbsarbeit zu leben, was längere, aber produktivere Pendlerfahrten bedeutet. Verbesserungen in den Planungsalgorithmen für die gemeinsame Nutzung von Fahrzeugen haben dazu geführt, dass ein größerer Teil der PendlerInnen mit einem oder zwei anderen Passagieren in einem privaten VAF und nicht im öffentlichen Verkehrsmittel zur Arbeit fährt.

Gesundheit: VAF erleichtern den Zugang zu medizinischer Versorgung, da Personen, die aufgrund von Erkrankungen nicht fahren können, nun ihre Termine persönlich wahrnehmen können. VAF bedienen im Jahr 2040 dieses Segment des Marktes neben traditionellen Krankentransporten, wenn es sich um keinen medizinischen Notfall handelt.

Einzelhandel: Der Online Einzelhandelsverkauf hat weiter zugenommen, da VAF den Versand solcher Einkäufe sehr einfach machen. VAF werden entscheidend bei der Last-Mile Lieferung in die Häuser und Arbeitsstätten von Kunden eingesetzt. Persönliche Einzelhandelskäufe in den Hauptstraßen sind zurückgegangen. Bei Lieferdrohnen hat sich das Manövrieren durch Großstädte als schwierig erwiesen. Daher sind solche Drohnen v.a. in ländlichen Gebieten in Gebrauch, während städtische Lieferungen in der Regel mit VAF auf der Straße durchgeführt werden.

Fracht: VAF haben bis zum Jahr 2040 zwei transformierende Effekte auf den Frachtsektor. Erstens hat das Wachstum im Online-Shopping und im täglichen Drop-off neue Möglichkeiten eröffnet, um mit Einzelhändlern zusammenzuarbeiten, und Startups mit Knowhow in Logistik und Logistikalgorithmen sind in den Paketliefermarkt eingestiegen. Die Kunden schätzen dabei die Möglichkeit, eine Lieferung mit Waren aus einer Vielzahl von Einzelhandelsgeschäften mit einer einzigen Lieferung zeitgerecht zu erhalten. Zweitens werden VAF häufig für den Fernfrachtverkehr verwendet. Die meisten Autobahnen in Österreich und Europa haben eine eigene Spur für eine exklusive, kommerzielle VAF-Nutzung. Transporteure sind erfreut darüber, dass es weniger Unfälle und niedrigere Kosten gibt. Ohne FahrerInnen können sich viele Güter nachts bewegen, wenn die Straßenkapazität besser verfügbar ist.

Ferienreisen: Der Ferienreisemarkt 2040 ist in Österreich traditionell weiterhin stark. Kurzurlaube über das (verlängerte) Wochenende, insbesondere ausgehend von Ballungsräumen sind die dominante Form des Urlaubs. Eine Fernreise im Jahr per Flugzeug oder per internationale Autofahrt bzw. zusehends auch in Kombination mit der Bahn bleibt aber Standard. Dabei haben sich VAF spezialisiert und einige Modelle bzw. VAF Angebote diverser, privater Mobilitätsdienstleister sind für lange Reisen konzipiert.

Gesamthafte Implikationen für den Mobilitätssektor: "Mobility-on-demand" Modelle gehören für Privatpersonen und Unternehmen zu einer Dienstleistung, bestimmte Reiseziele entweder auf wiederkehrend oder einmalig durch VAF bedienen zu lassen. Ein Teil der Attraktivität dieses Modells besteht in der zunehmenden Spezialisierung von Fahrzeugen, insbesondere auf der Straße. VAF sind jetzt für das Pendeln, Dienstreisen, medizinische Reisen oder Ferien- und Fernreisen gerüstet.

Ein Netzwerk von spezialisierten Mobilitätsfirmen konkurriert um die Bereitstellung von Fahrzeugen auf Abruf. Autos können vor Ort mit mobilen Apps bestellt werden, die in der Regel innerhalb von 10 Minuten eintreffen, oder PendlerInnen jeden Tag um 7:30 Uhr abholen. Der private Fahrzeugbesitz ist weiterhin hoch, besonders bei Familien, aber viele städtische Haushalte haben sich für Sharing Modelle entschieden, da es ihren alltäglichen Anforderungen entspricht. In ländlichen Gebieten ist der private Autobesitz immer noch der Standard, aber VAF bedienen zusehends Menschen, die selber kein Auto fahren, jedoch mobil sein müssen/wollen. Im ländlichen Raum werden zur Lieferung von Waren auch Drohnen eingesetzt.

Diese Mobilitätsdienste haben im individuellen Verkehr klassische Taxis ersetzt, und öffentliche Verkehrsunternehmen haben ihre Busse und einige Züge (U-Bahn, S-Bahn und Straßenbahn) zu VAF aufgerüstet und bedienen lokal und regional im verdichteten Wohngebiet und Umland mehrheitlich Passagiere mit niedrigem Einkommen, die sich VAF nicht leisten können. Bahnunternehmen konzentrieren sich entlang einiger wichtiger, überregionaler Hauptachsen (Schnell- und Fernzüge). Tägliche Überlandbusverbindungen sind weiterhin etabliert und aus Anschluss-, Komfort- und Kostengründen konsequent nachgefragt.

Regionale bzw. nationale Destinationen von konventionellen Fluglinien werden in Österreich nicht mehr angeboten, da VAF Angebote und schnelle Zugverbindungen mit hoher Pünktlichkeit und Echtzeitinformationen entlang der sehr gut ausgebauten Hauptachsen attraktiver sind. Kontinentaler und interkontinentaler Flugverkehr ist sehr stark nachgefragt, da Intermodalität und nahtloses Reisen/Befördern von Tür zu Tür in Echtzeit und in Kombination mit VAF gelebter Standard ist und Einkommen und globales Wirtschaftswachstum den Flugverkehr beflügeln.

Auf dem Wasserweg werden automatisierte Schiffe für Gütertransporte insbesondere von Rohstoffen auf österreichischen und internationalen Wasserstraßen eingesetzt. Im Personenverkehr bleiben solche Wasser-VAF unterkritisch, da die persönliche Betreuung und Ansprache im Vordergrund der Passagierbedürfnisse bleibt.

In diesem Szenario lassen sich demnach folgende Charakteristika für die verschiedenen Teilbereiche des Mobilitätssektors skizzieren:

Tabelle 5: Charakteristika der Verkehrsträger im Szenario 1 „Vorwärts 2040“

Verkehrsträger Straße
VAF als dominante Form des Autos, Privatbesitz von Autos geht zurück (v.a. im urbanen Bereich)
Verkehr auf der Straße nimmt zu
Mehr (private) Mobilitätsdienstleister (Mikro-ÖV) als Taxiunternehmen der Zukunft
Hohe Spezialisierung auf unterschiedliche Nutzungskontexte
ÖPNV Flottenbetreiber nur in Ballungszentren, mehrheitlich automatisierte Flotten (Busse)
VAF sind relativ teuer, Massentransport eher für die ärmere Bevölkerung
Straßen-VAF werden auch für die Last-Mile Logistik im Gütertransport verwendet, eher in den Ballungsräumen
Überland-Güterverkehr ist vollkommen automatisiert
VAF auch als Freizeit-Transportmittel (Shopping)
Weniger Unfälle auf der Straße
VAF überwiegend Elektroautos, tlw. Hybrid, LKWs (v.a. für Nachtfahrten) elektrisch
VAF werden für Arbeitswege zum Pendeln verwendet
Verkehrsträger Schiene
Dominante Nutzung der Eisenbahn im Überlandverkehr (nur mehr zwischen Zentren)
Bahnverbindungen ersetzen regionale Flugverbindungen
Attraktivität der Bahn sinkt im Nahverkehr
Selbstfahrende schienengebundene Transporteinheiten für den Güterverkehr werden entwickelt
Züge fahren automatisiert (keine Lokführer), U-Bahn fährt automatisch, flexiblerer Einsatz je nach Bedarf
Weniger Servicepersonal, mehr Sicherheitspersonal in Bahnhöfen; keine Informationscenter bzw. Ticketautomaten mehr, da alle Transaktionen digital laufen (ticketfreie Systeme)

Verkehrsträger Wasser
In der Binnenschifffahrt ist die Automatisierung in der Entwicklung, hochgenaue Karten von dynamischen Untergründen und präzise Sensorik und Steuerungstechnik (z.B. für Schleusen) werden entwickelt
Verlagerung auf On-Demand-Servicepersonal an Land statt vor Ort auf dem Schiff (für Wartung/Reparatur oder Schleusenbetrieb)
Verkehrsträger Luft
Flugzeuge fliegen automatisiert, daher wird weniger Flugpersonal gebraucht
Da hochsichere Systeme umgesetzt werden, ist weniger Flugsicherungspersonal notwendig
Für die Last-Mile bei Lieferdiensten werden auch Drohnen eingesetzt, tlw. auch in Kombination mit VAF
Auf dem Rollfeld läuft das meiste automatisiert ab
Check-in, Passkontrolle usw. laufen automatisiert ab
Security-Checks benötigen immer noch Sicherheitspersonal und können nicht völlig automatisiert werden
Gepäck wird tlw. automatisiert (von Tür zu Tür) transportiert (verbauter Chip, der das Gepäckstück identifiziert)

3.2.2. Szenario 2: „Lokales Leben“

Kurzbeschreibung: Das Szenario charakterisiert sich vor allem durch einen signifikanten Aufschwung von Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT) bzw. durch bessere und schnellere Datenverbindungen, Apps und Internet of Things. Es werden weniger Ortsveränderungen notwendig, da physische Wege durch Telepräsenz substituiert werden. In der Industrie wird vermehrt 3D-Druck verwendet, wodurch weniger Transport von Komponenten erforderlich wird. Insgesamt sinkt der pro-Kopf-Verkehr deutlich, was auch durch regulatorische Maßnahmen wie Straßenbenutzungsgebühren unterstützt wird. Begleitet wird diese Entwicklung durch ein verstärktes lokales Lebensgefühl, das zu einem umweltbewussteren und verantwortungsvollen Lebensstil beiträgt. Durch das steigende Umweltbewusstsein kommt es zu einer Verlagerung vom privaten zum öffentlichen Personenverkehr.

Wesentliche Einflussfaktoren für die Konstruktion der Szenarien sind:

- Moderates Bevölkerungswachstum
- Moderates Wirtschaftswachstum
- Stark verbesserte IKT und Konnektivität
- Zunehmende digital Substituierung physischer Wege
- Verstärkte Regulierungsmaßnahmen (Straßenbenutzungsgebühren, Abfallgebühren)
- Sinkender pro-Kopf-Verkehr
- Automatisiertes Fahren kann sich nicht durchsetzen und wird nur im Luxussegment genutzt
- Starkes regionales Bewusstsein und Verantwortungsgefühl für die Umwelt

Im Detail stellt sich die Entwicklung eines automatisierten und digitalisierten Verkehrs nach Nutzungskontexten in diesem Szenario wie folgt dar:

Arbeitsplatz: Die umfassenden IKT Fortschritte (schnellere, umfangreichere und sicherere Datentransfers) bewirken, dass sich Telearbeit (und Tele-Ausbildung) immer mehr durchsetzen. Die meisten Menschen arbeiten als Selbstständige

entweder von zuhause, oder (häufiger) in Gemeinschaftsbürogebäuden in der Nachbarschaft. Der Ursprung liegt nicht nur in der technologischen Entwicklung, sondern darin, dass viele Menschen zu Hause arbeiten, um weniger abgelenkt zu werden. Gleichzeitig hat sich eine generelle Ablehnung „unnötiger“ Wege entwickelt. Resultat dieser Trends ist eine Dezentralisierung der Gesellschaft; die Menschen leben in kleineren „smarten“ Häusern und arbeiten im lokalen Umfeld – Pendeln ist selten geworden.

Gesundheit: Es ist weitgehend üblich, Health Monitoring Devices zu nutzen (z.B. im Smart Home oder in Wearables); Gesundheitsprobleme werden damit früh erkannt, und es kann effizient gegengewirkt werden. Medizinische Beratung erfolgt über Telepräsenz; Routine-Gesundheitsvorsorge erfolgt vor Ort in den lokalen Gemeinschaftsbüros, in Schulen oder lokalen Gesundheitspraxen. Besonders die ältere Bevölkerung profitiert von diesen Entwicklungen, da diese Personen durch diese Technologien länger selbstständig zuhause leben können und im Notfall jederzeit die Unterstützung ihrer Familie oder professionellen Gesundheitspersonals bekommen.

Einzelhandel: Der Einzelhandel hat sich stark verändert, da auch im Handel IKT-Lösungen immer wichtiger werden. Der Onlinehandel hat extrem zugenommen, nicht nur weil die Auswahl, der Zugang und die Features immer attraktiver werden (z.B. virtuelle Kleideranprobe), sondern weil es auch eine Vielzahl an Zustellmöglichkeiten gibt, die den individuellen Bedürfnissen der KundInnen besser entsprechen. Einkaufsstrassen müssen sich umorientieren und neue Geschäftsmodelle entwickeln, indem mehr auf Erlebnis gesetzt wird (z.B. Kombination von Einkaufen mit Sport oder Spiel) und sich spezialisierte Points-of-Sale ansiedeln. Das zunehmende Verantwortungsbewusstsein (das auch durch entsprechende Regulierungen unterstützt wird) führt zu einer Abkehr der „Wegwerfkultur“; der Fokus liegt mehr auf dem Produktlebenszyklus und Händler sind auch für die Entsorgung zuständig. Viele Produkte werden deshalb geleast bzw. wiederverwertet.

Fracht: Die Entwicklungen im Güterverkehr sind stark verknüpft mit dem Handel. Durch den starken Onlinehandel wird der Warentransport zum den KonsumentInnen immer wichtiger. Logistikkonzepte streben nach einer optimalen und effizienten Verteilung; durch die Konkurrenz der Frächter ist das aber nicht immer möglich. In der Produktion machen Straßenbenützungsgeldern den Transport zu einem Kostenfaktor. Daher werden Komponenten oft direkt am Standort on demand 3D-gedruckt, wodurch auch Lagerflächen gering gehalten werden können. Das ermöglicht mehr Flexibilität in Bezug auf spezifische KundInnenwünsche. Drucker werden mittlerweile auch für die Produktion von Nahrungsmittel oder Arzneimittel eingesetzt. Für den Heimgebrauch sind die Drucker aber zu teuer.

Fernreisen: Es herrscht ein genereller Trend zu weniger, aber längeren Urlaubsreisen. Da der Freizeitanteil steigt, können Personen mehrere Wochen am Stück Urlaub machen. Da die Präsenz an einem Ort im Arbeitsleben nicht mehr so essenziell ist, entscheiden sich manche auch für eine Ortsveränderung für längere Zeit, um die fremde Atmosphäre umfassend zu erleben und dort zu arbeiten. Vergleichsportale erleichtern das Reisen, die auch kurzfristige Entscheidungen ermöglichen, Übersetzungs-Apps erleichtern die Kommunikation am Fernziel. Urlaubsziele und Reiseangebote konkurrieren aber auch in Bezug auf ihren ökologischen Fußabdruck; „Lokal Leben“-Puristen vermeiden und geringschätzen Flug- bzw. Fernreisen.

Gesamthafte Implikationen für den Mobilitätssektor: Ein wichtiger Faktor in diesem Szenario ist, dass die Kosten des Verkehrs deutlich gestiegen sind. Dazu haben nicht nur Treibstoffpreise beigetragen, die zur Erhaltung der alternden Infrastruktur eingehoben werden, sondern internationale Klimaziele haben zu verkehrsbezogenen Steuern und Abgaben geführt. Nicht nur im Straßenverkehr, auch im Bahnverkehr kommt es zu Preissteigerungen, die durch (kostenintensive) Technik verursacht werden. Zusammen mit immer besseren IKT-Lösungen hat sich ein gesellschaftlicher Konsens zur Reduzierung des Verkehrs und zur verantwortungsbewussteren Nutzung (z.B. auch mehr Sharing-Dienste) durchgesetzt. Obwohl der pro-Kopf Verkehr sinkt, gibt es nicht unbedingt weniger Verkehrsaufkommen, da die Bevölkerung wächst. In Städten mit eingeschränktem Raum für Verkehrsflächen kommt es immer noch zu Überlastungen; auch weil mehr Flächen für aktive Mobilität umgestaltet werden, und weil auf Autobahnen Fahrspuren für automatisierte Fahrzeuge reserviert werden. Insgesamt verlangsamt sich der Verkehr, auch weil Geschwindigkeit aus Sicherheitsgründen weiter herabgesetzt wurde. In der gesellschaftlichen Wahrnehmung verliert Mobilität damit an Bedeutung, und längere Distanzen werden nur mehr aus einem guten Grund zurückgelegt.

In diesem Szenario lassen sich demnach folgende Charakteristika für die verschiedenen Teilbereiche des Mobilitätssektors skizzieren:

Tabelle 6: Charakteristika der Verkehrsträger im Szenario 2 „Lokales Leben“

Verkehrsträger Straße
In den lokalen Nachbarschaften wurden viele Flächen für FußgängerInnen und RadfahrerInnen gewidmet
Zwischen den Zentren dominieren Car-Sharing und Car-Pooling bzw. öffentlicher Verkehr
Längere Distanzen werden möglichst vermieden, da Transport teuer ist
Zwischen den Zentren gibt es durch die steigende Bevölkerung immer wieder Überlastungen, obwohl der Pro-Kopf-Verkehr sinkt
Wohlhabende Bevölkerungssegmente legen auch weitere Strecken zurück und nutzen dafür meist VAF, die schneller vorankommen, da Fahrspuren für sie reserviert sind
Zu Fuß Gehen und Radfahren ist in der gesellschaftlichen Wahrnehmung stark aufgewertet
Lieferverkehr zum Endkunden steigt durch Onlinehandel, es gibt eine Vielzahl an sehr flexiblen Lieferoptionen (selbst in Verteilzentrum abholen, in dezentralen Lieferboxen in der Nachbarschaft abholen, per Fahrrad an das Gemeinschaftsbüro oder nach Hause liefern lassen etc.)
Der Transport von Waren per LKW in Industriebetriebe nimmt durch die hohen Transportkosten ab, da Komponenten größtenteils direkt am Standort der Weiterverarbeitung 3D-gedruckt werden
Verkehrsträger Schiene
Bahnfahrten werden teurer, bedingt durch kostenintensive Technik; die Kosten sind im Vergleich zum Straßenverkehr aber geringer
Für Reisen innerhalb von Europa wird die Bahn bevorzugt (aus Kostengründen und aus Verantwortungsbewusstsein); solche Reisen sind aber selten, dafür länger und üblicherweise lange und sehr bewusst geplant
Im Güterverkehr werden Waren, die nicht lokal bzw. regional erzeugt werden können, überwiegend mit der Bahn transportiert. Für die Last-Mile werden kleinere, flexiblere Transporteinheiten eingesetzt
Verkehrsträger Wasser
Für den Passagiertransport spielen Wasserwege eine sehr untergeordnete Rolle; hier werden nur Angebote nachgefragt, die umweltfreundlich sind und als Erlebnis gestaltet werden (z.B. Ausflugsfahrten kombiniert mit digitalem Entertainment)
Durch die hohen Transportkosten auf den Straßen verlagert sich der Warentransport teilweise auch auf Wasserwege, wenn der Zeitfaktor vernachlässigbar ist

Verkehrsträger Luft
Flugreisen werden vom Großteil der Bevölkerung sehr selten in Anspruch genommen, v.a. bei Urlaubsreisen ist es mittlerweile unüblich, Fernflüge zu unternehmen (allenfalls als „once in a lifetime“ Erlebnis). Fremde Orte und Kulturen lassen sich auch mittlerweile digital in Virtual Reality Umgebungen kennenlernen, was einer umweltbelastenden physischen Reise vorgezogen wird
Im beruflichen Verkehr gibt es geschäftliche Flüge nur mehr, wenn es einen deutlichen Mehrwert durch einen direkten persönlichen Kontakt gibt, z.B. Vernetzungsaktivitäten auf Konferenzen. Andere internationale Zusammenkünfte wie z.B. Meetings werden digital durchgeführt
Im Frachtverkehr spielt der Flugverkehr aufgrund der hohen Kosten eine sehr geringe Rolle und wird nur in dringlichen Fällen genutzt
Drohnen können sich durch den hohen Energiebedarf sowie der Lärmbelastung nicht durchsetzen

3.2.3. Szenario 3: „Digitale Kluft“

Kurzbeschreibung: Stagnierendes Wirtschaftswachstum und steigende gesellschaftliche Disparitäten kennzeichnen dieses Szenario. Wenngleich automatisierte und digitale Mobilitätsanwendungen entwickelt werden, setzen sich diese aufgrund mangelnder Kaufkraft von Teilen der Bevölkerung nicht in vollem Umfang durch. Autonome Fahrzeuge werden damit nur von einer kleinen, kaufkräftigen KundInnenschicht nachgefragt, gewinnen aber im gewerblichen Bereich an Bedeutung, dort vor allem zur Reduktion von Personalkosten. Dies führt insgesamt zu einem Rückgang des pro-Kopf-Verkehrs. Die Sharing Economy gewinnt in einem derartigen Umfeld stark an Bedeutung, ein gewisser Anteil nutzt aber auch öffentliche Verkehrsmittel. Unternehmen nutzen digitale Technologien für ein weiteres Outsourcing, Individuen arbeiten häufig als Freelancer von Zuhause, was insgesamt zu nur geringen Verkehrszuwächsen führt.

Wesentliche Einflussfaktoren für die Konstruktion der Szenarien:

- Stagnierendes Wirtschaftswachstum
- Steigende Einkommensdisparitäten
- Sinkender pro-Kopf-Verkehr
- Automatisiertes Fahren (ab Stufe 4) setzt sich vor allem im gewerblichen Bereich und beim Gütertransport durch
- Steigende Bedeutung von Sharing Modellen und steigende Bedeutung des öffentlichen Personennahverkehrs
- Niedrige Geburtenraten, relativ geringe Immigration und Überalterung der Gesellschaft

Im Detail stellt sich die Entwicklung eines automatisierten und digitalisierten Verkehrs nach Nutzungskontexten in diesem Szenario wie folgt dar:

Arbeitsplatz: Die Digitalisierung wird genutzt, um die Arbeit zu dezentralisieren und zu virtualisieren, mit steigender Bedeutung von Telearbeit. Digitale Technologien treiben auch Outsourcing und die Flexibilisierung der Arbeit voran mit einem gestiegenen Anteil von Freelancern. Der Anteil der Bevölkerung, die täglich über längere Distanzen zur Arbeit pendelt, sinkt in diesem Szenario. Online Meetings und Telearbeit gewinnen an Bedeutung, was vor allem ökonomisch begründet ist.

Gesundheit: Es kommt zu einer zunehmenden Kluft zwischen einer Gruppe von BürgerInnen, die aufgrund von privaten Versicherungen und Gesundheitsvorsorge vom medizinischen Fortschritt profitiert, wozu auch avancierte Apps beitragen, und eine zweite Bevölkerungsgruppe die weniger gesund altert. Weniger wohlhabende Personen, die am Land wohnen, können aufgrund mangelnder digitaler Infrastruktur nicht von der Telemedizin profitieren und nutzen vor allem private Verkehrsmittel, um ärztliche Versorgung in Anspruch zu nehmen. Insgesamt kommt es damit zu keiner stärkeren Veränderung des Mobilitätsverhaltens verursacht durch die Gesundheitsversorgung.

Einzelhandel: Das stagnierende Wirtschaftswachstum beeinflusst auch den Handel und die allgemeine Nachfrage nach Gütertransport. Auch in diesem Szenario wird der Online-Handel weiter steigen was zumindest diesem Segment Wachstum verleiht. Die zunehmende Bedeutung der Sharing Economy führt dazu, dass die Bevölkerung weniger häufig Produkte mit hohen Anschaffungskosten wie Automobile kauft.

Fracht: Die steigende Bedeutung des Online-Handels führt auch zu neuen Modellen der Organisation des Transports. Neben autonomen Fahrzeugen, die von großen Anbietern genutzt werden, werden aber auch kleine private Auslieferer genutzt, die mit dem eigenen Auto Produkte zustellen, vor allem für geringe Distanzen auf lokaler Ebene. Autonomes und digitales Fahren setzt sich dabei insbesondere für den Langstreckentransport mit der Möglichkeit durch, Personalkosten zu senken und die Kapazität in der Nacht auszubauen.

Fernreisen: Wenngleich die Bevölkerung im Durchschnitt mehr Freizeit hat, können sich immer weniger Personen Fernreisen leisten. Die in diesem Szenario sich entfaltende „Gig-Economy“ führt dazu, dass sich Individuen kaum mehr Zeit für längerer Fernreisen nehmen, da sie befürchten, im kurzfristigen Wettbewerb um Aufträge den Anschluss zu verlieren. Gleichwohl wird ein Luxussegment für Fernreisen weiter bestehen. Entsprechend ergeben sich hier keine Wachstumsimpulse für den Flugverkehr.

Gesamthafte Implikationen für den Mobilitätssektor: Insgesamt kommt es in diesem Szenario zu einem Rückgang des pro-Kopf Verkehrs, der durch niedriges Bevölkerungswachstum, einem Anstieg von Telearbeit und der zunehmenden Relevanz von Carsharing verursacht wird. Autonomes Fahren setzt sich dabei vor allem im gewerblichen Bereich durch und wird im privaten Sektor von einer wohlhabenden Schicht genutzt. In einer stagnierenden Wirtschaft kann auch der Staat zu wenige Steuereinnahmen lukrieren, um die notwendigen Investitionen in die Infrastruktur für VAF zu tätigen. Autonomes Fahren wird daher vor allem durch private Anbieter vorangetrieben und führt zu technologische Lösungen, die auf der direkten Kommunikation zwischen den Autos basieren. Die Politik baut in diesem Szenario den öffentlichen Verkehr zwar aus, in einer stagnierenden Wirtschaft können aber zu wenige Investitionen aufgebracht werden, um autonomes und digitales Fahren bei der Bahn rasch voranzutreiben. Technologien im öffentlichen Nahverkehr (U-Bahn) sind bereits heute weiter fortgeschritten und werden sich rascher durchsetzen. Es gibt keine hohe Mobilitätsnachfrage, da sich die Mehrzahl der Menschen das kaum leisten kann.

In diesem Szenario lassen sich demnach folgende Charakteristika für die verschiedenen Teilbereiche des Mobilitätssektors skizzieren:

Tabelle 7: Charakteristika der Verkehrsträger im Szenario 3 „Digitale Kluft“

Verkehrsträger Straße
Insgesamt sinkt der Privatverkehr mit dem Auto, da das wirtschaftliche Umfeld weniger Spielraum bietet und Personen in den Städten insgesamt weniger häufig Autos anschaffen
Zwischen den Zentren und für mittlere Distanzen wird vor allem Car-Sharing und der öffentliche Verkehr genutzt, wobei auch der Bus an Bedeutung gewinnt
Wohlhabende Personen nutzen VAF, die die klassische Luxuslimousine oder den SUV als Statussymbol ablösen
Da die öffentliche Hand Infrastrukturinvestitionen nicht aufbringen kann, wird sich vor allem autonomes Fahren durchsetzen, und weniger automatisiertes Fahren
Ausbau vom Liniennetz erfolgt nur sehr langsam, automatisierte Buse setzen sich vereinzelt durch
Öffentliche Investitionen vor allem für Wartung und Aufrechterhaltung der Infrastruktur
Die insgesamt sinkende Nachfrage von Autos hat erhebliche Konsequenzen für die Automobilindustrie
Transportunternehmen nutzen zunehmend VAF, die Durchdringung bleibt aber moderat, da bei sinkenden Wohlstand und steigender Arbeitslosigkeit immer mehr Personen bereit sind, zu extrem niedrigen Löhnen Fahrdienste zu übernehmen, wodurch sich VAF wiederum nur bedingt rechnen

Verkehrsträger Schiene
Es kommt zu einer Verlagerung auf die Bahn, die sowohl für Fernreisen (insgesamt aber sinkend) als auch den Nahverkehr genutzt wird
Im Güterverkehr kommt es zu einer Veränderung des Modalsplits in Richtung Straße, vor allem im Bereich Nahverkehr, da auf Grund der zur Verfügung stehen günstigen Arbeitskräfte der Straßentransport wettbewerbsfähig ist
Im industriellen Kontext erfolgt eine Nutzung von VAF (vor allem dort, wo Ladetore vorhanden sind); zu kleinen Betrieben und zu Haushalten erfolgt eher die klassische Paketzustellung per FahrerIn
Der Ausbau des Schienennetzes erfolgt nur sehr langsam
Keine Impulse für die Industrie, die öffentliche Verkehrsträger erzeugt
Kein signifikanter Wachstumsimpuls für öffentlichen Verkehrsbetriebe und -services
Verkehrsträger Wasser
Für den Passagiertransport spielen Wasserwege eine untergeordnete Rolle und es ergeben sich keine wesentlichen Änderungen im Vergleich zum Status quo
Für den Gütertransport ergeben sich nur wenig Veränderungen im Vergleich zum Status quo
Verkehrsträger Luft
Flugreisen werden vom Großteil der Bevölkerung sehr selten in Anspruch genommen, da das durchschnittliche Einkommen sinkt und die Arbeitslosigkeit in diesem Szenario hoch ist
Luftfracht verliert insgesamt an Bedeutung, bleibt aber bedeutend für Luxusgüter und für zeitkritische Güter, für die es sich rechnet
Drohnen können sich durch den hohen Energiebedarf sowie der Lärmbelastung nicht durchsetzen
Weniger Nachfrage in der Luftfahrtindustrie

3.3. Beschäftigungs- und Qualifikationseffekte entlang der Szenarien

3.3.1. Szenario 1: „Vorwärts 2040“

3.3.1.1. Beschäftigung

Im Szenario „Vorwärts 2040“ gibt es laut Einschätzungen der konsultierten ExpertInnen vielfältige positive wie negative Effekte auf die Beschäftigung.

In Bezug auf positive Effekte ergibt sich eine steigende Nachfrage im gesamten Bereich, der die Entwicklung und den Betrieb von IKT umfasst. Dieser Bereich umfasst klassische ProgrammiererInnen (z.B. Steuerung und Programmierung der autonomen LKWs) aber auch spezifische ExpertInnen im Bereich Internet of Things (IoT), Artificial Intelligence (AI), Data Science und Mensch-Maschine-Interaktion. Data Security und Cyber-Security Spezialisten werden ebenso gefragt sein, da automatisierte und digitale Mobilitätssysteme hohe Anforderungen an Datensicherheit und -verschlüsselung stellen. Die Logistikbranche gewinnt damit an Attraktivität für Hochqualifizierte, z.B. MechatronikerInnen, IT-SpezialistInnen und IT BeraterInnen. Da Mobilitätssysteme gesamthaft entwickelt und gestaltet werden müssen, kommt es in diesem Szenario auch zur verstärkten Nachfrage nach SystemanalytikerInnen und VerkehrsplanerInnen.

Die Automatisierung wird zudem eine starke Nachfrage von Jobs im Bereich der Instandhaltung und der Wartung autonomer Systeme nach sich ziehen. Zudem wird es viele Jahre dauern, bis alle Situationen automatisch beherrschbar sind und sich die volle Automatisierung etabliert. Entsprechend braucht es etwa Beratungs -Hotlines und Lotsen für autonome Fahrzeuge wenn diese nicht mehr von Alleine weiterkommen. In diesem Zusammenhang kann angeführt werden, dass eine Vielzahl von neuen technologischen Entwicklungen in der Vergangenheit gezeigt hat, dass bei der Einführung einer neuen Technologie vermehrt Jobs nachgefragt werden, die „Anfangsschwierigkeiten“ der Technologie korrigieren, da „junge“ Technologien noch nicht reibungslos funktionieren und zahlreiche Anpassungsmaßnahmen gesetzt werden müssen.

Darüber hinaus werden in diesem Szenario mehr OperatorInnen und SupervisorInnen (z.B. Flottenmanagement) für das Verkehrsmanagement und die Verkehrsflussregelung nachgefragt werden. Viele Jobs werden in Zentralen für die Überwachung des Verkehrs entstehen. Und es werden neue Berufe nachgefragt werden, bei denen in Kontrollzentren eine „Fernsteuerung“ unbemannter Fahrzeuge (Schiene, Schiffe, Autos) stattfindet.

Daneben gibt es insbesondere im Personenverkehr nach wie vor ein hohes Sicherheitsbedürfnis der Reisenden, die nicht in vollautomatisierten Flugzeugen, Zügen oder Schiffen unterwegs sein wollen. Ansprechpersonen des Verkehrsdienstleisters (vor Ort), der auch für ein persönliches Sicherheitsgefühl während der Reise sorgen soll, werden somit weiterhin nachgefragt werden. Was die Reinigung betrifft, etwa von Zügen oder am Bahnhof, wird dies im Wesentlichen noch durch Reinigungspersonal erledigt werden, da die Kosten/Nutzenrelation durch Automatisierung nicht zwangsläufig besser wird.

Die Etablierung des durchgängig automatisierten Fahrens wirft eine Reihe von juristischen Fragen auf. Es kann erwartet werden, dass eine zunehmende Nachfrage nach RechtsexpertInnen entsteht und auch zunehmend spezialisierte AnwältInnen im Bereich Haftungen nachgefragt werden. Schließlich werden die neuen Anforderungen an die Aus- und Weiterbildung auch im Bildungsbereich selbst neue Arbeitsplätze schaffen.

Die Automatisierung und Digitalisierung in diesem Szenario wird aber auch zu deutlich weniger Nachfrage in einigen Berufsbereichen führen. Durch weniger manuelle, menschliche Tätigkeit im Güterumschlag (Bsp. Digitalisierung des Lager-systems, digitale Vernetzung der Kunden und Lieferanten) werden die meisten manuellen und „analogen“ Berufe stark zurückgehen. Dies betrifft unter anderem: Anlern- und Hilfsberufe in Transport, Verkehr und Lager (bspw. ExpeditarbeiterIn), Boden- und Servicepersonal in Flughäfen. Auch Speditionsangestellte und DisponentInnen werden zukünftig weniger nachgefragt.

Insgesamt wird die Logistik internationaler und die Konkurrenz durch Datendienste deutlich zunehmen: Beschäftigte in der Logistik werden durch IT-Lösungen ersetzt bzw. IT-Lösungen unterstützen LogistikerInnen insoweit, dass für die gleiche Menge an Aufgaben weniger Menschen benötigt werden.

Im Allgemeinen wird die Nachfrage nach FahrerInnen (insbesondere Taxi, LKW) in diesem Szenario deutlich sinken. Die Ausnahme bilden hier ZustellerInnen, da gerade im Last-Mile-Bereich damit gerechnet wird, dass es keine vollständige Automatisierung gibt. Dabei wird auch die Nachfrage für die Endkundenzustellung per Lastenrad steigen. Auch Taxidienstleistungen werden gegenüber Sharing-Modellen deutlich abnehmen. Drohnen werden sich, wenn überhaupt, insbesondere im ländlichen Raum durchsetzen und könnten Druck auf FahrerInnen von Paketdiensten erzeugen. Im städtischen Bereich ist diese Entwicklung weniger vorstellbar.

3.3.1.2. Berufsbilder

Durch Digitalisierung und Automatisierung werden wie dargestellt neue Arbeitsplätze entstehen, aber auch welche wegfallen. Gleichzeitig gibt es auch eine Transformation der Berufe selbst. Beide Entwicklungen gehen klarerweise Hand in Hand.

Es kommt zu einer weiteren Verdichtung von Serviceanforderungen, die zu einer Verschiebung und teilweise Anhäufung von mehreren Tätigkeiten innerhalb der einzelnen Berufsbilder führen. Hier können einige neue Berufsbilder angeführt werden, etwa Verkehrs- / Logistik-ProgrammiererInnen (Verbindung Sensorik, Programmierung, Steuerung), ServiceproviderInnen für Fracht, Fahrzeug-BegleiterInnen, SupervisorInnen im Flottenmanagement. TriebfahrzeugführerInnen werden dem zufolge häufig auch zu ZugbegleiterInnen, und DisponentInnen zu Relationship-ManagerInnen. Wenngleich es weniger LenkerInnen und FahrerInnen geben wird, erfährt der Beruf teilweise eine Aufwertung, etwa in Richtung „PilotIn der Landstraße“.

MobilitätsexpertInnen werden sich zukünftig unter anderem um die Planung intermodaler Verkehrsknotenpunkte kümmern und Umstiegsprozesse planen und begleiten. Die Garantie einer „Seamless“ Reise oder eines Transports wird zur zentralen Herausforderung. Auch im Zuge der Standardisierung und Optimierung werden neue Berufe entstehen. Dabei ist nicht nur die technische Standardisierung gemeint, sondern auch die Standardisierung bei Mobilitätsmodellen und Abrechnungssystemen.

Auch neue Fahrzeugnutzungskonzepte, vor allem durch vermehrte Sharing-Dienstleistungen, erfordern neue Service-Dienstleistungen und bessere Nutzung bestehender Infrastruktur. Spezifische KraftfahrzeugtechnikerInnen (Kfz-MechatronikerInnen, SystemanalytikerInnen) werden durch neue Servicezyklen und Serviceeinrichtungen zunehmen, im Bereich der Zweiradtechnik wird eine Professionalisierung erwartet. Sollte die Verwendung von Elektrofahrzeuge massiv zunehmen, wird es jedoch aufgrund der technischen Ausgereiftheit und Einfachheit von Elektromotoren auch bei Sharing-Dienstleistungen zu einer Verringerung der Wartungsintensität von Fahrzeugen kommen, wodurch ein geringerer Bedarf an Wartungspersonal zu erwarten ist.

Auch im Bereich Service verändern sich die Berufe mit jeweils spezifischen Anforderungen: Wartung und Sauberkeit sowie absolute technische Sicherheit sind etwa die Hauptanforderungen an Sharing-Fahrzeuge, aber auch im ÖPNV. Gerade im Personenverkehr ist auch der Kontakt zu den Menschen wichtig. Daneben werden Multi-Service-Angebote nachgefragt werden. Ein Verdrängungseffekt durch Digitalisierung (z.B. im Bereich Selbstbedienung und Ticketing) findet bereits statt. Die Kombination verschiedener Verkehrsträger ist eine große Herausforderung, denn bis jetzt umfasst der Servicegedanke vorrangig den Blickwinkel auf das eigene Unternehmen und nicht das gesamte, verkehrsträgerübergreifende Mobilitätsangebot.

Es entsteht auch eine neue Beschäftigungsgruppe der „ÜbersetzerInnen“ und „Trouble Shooter“ bei der Interaktion mit technischen Systemen (z.B. am Flughafen, an Bahnhöfen), da viele Menschen mit dem technologischen Wandel nicht zurechtkommen bzw. Zeit und Unterstützung dafür brauchen werden. Insgesamt werden ArbeitnehmerInnen, die den Umstieg auf digitale und digital/visuell unterstützte Tätigkeiten nicht schaffen, schlechtere Chancen am Arbeitsmarkt haben. Auch der Job der Drohnen-PilotIn kann als neues Berufsbild angeführt werden.

3.3.1.3. Kompetenzen

Die Automatisierung und Digitalisierung erfordert neue Kompetenzen in allen Berufsgruppen. Zu Kompetenzverschiebungen kommt es etwa bei FahrzeuglenkerInnen: Die Rückfallebene (spontanes Übernehmen der Verantwortung über das Fahrzeug) erfordert hohe Aufmerksamkeit und hohe Flexibilität in parallelen Tätigkeiten sowie rasche Auffassungsgabe. Um die Fähigkeit, sofort wieder voll einsetzbar zu sein und die Steuerung zu übernehmen, müssen FahrerInnen mehr lernen und trainieren (vergleichbar mit der Simulation bei der Pilotenausbildung).

Wie oben angeführt, werden sich im Bereich Logistik die Qualifikationen im Bereich Disposition hin zum Relationship-Management wandeln mit einem entsprechenden Bedarf des Lernens und der Vermittlung von neuen Kompetenzen.

Im Allgemeinen wird mit einer Verbreiterung von Management-Aufgaben gerechnet. In Verbindung mit technischen Anforderungen bedeutet das einen hohen Bedarf an Kombinationen und Integration von Kompetenzen, etwa von IT und Wirtschaftskompetenzen, soziale Skills und Management-Know-how, technische Grundkompetenzen und juristischem Wissen. Die steigende Innovationsorientierung in diesem Szenario erfordert allgemein eine höhere Professionalisierung.

Des Weiteren gibt es Bedarf nach einer Kombination aus Systemkompetenz und konkreten Anwendungen. Für die oben angesprochenen VerkehrsplanerInnen mit hohen Systemkompetenzen benötigt es gleichzeitig Expertise in den verschiedenen Mobilitätsbereichen. Systemdenken wird somit wichtiger und muss über die Ausbildung vermittelt werden.

Soft-Skills gewinnen zukünftig an Bedeutung. Im Bereich der Sharing-Modelle braucht es überdies Skills zum Aushandeln von gemeinsamem Nutzen. Aber auch Gebrauchsanweisungen und Anleitungen für die unterschiedlichsten Systeme müssen verständlich aufbereitet und vermittelt werden.

Überhaupt wird die IT-Kompetenz zu einer Kernkompetenz der Verkehrsbetriebe, Mobilitätsunternehmen und Transportunternehmen. Dies bedeutet eine Zunahme an Tätigkeiten im Bereich der Datenerhebung und Datenwartung, Datenauswertung und Sensorik, IT und Physical Internet. Hier kann von einer Spezialisierung im IT-Bereich ausgegangen werden. „Digitale Grundfähigkeiten“ sind dabei generell von MitarbeiterInnen gefragt.

Lehrberufe im Mobilitätssektor werden sich stark verändern, hochqualifizierende Aus- und Weiterbildung nehmen an Bedeutung zu.

3.3.1.4. Qualität der Arbeit

Wie oben angeführt, ergeben sich vor allem für LenkerInnen zahlreiche neue Herausforderungen: Arbeiten in der „Rückfallebene“ wird herausfordernd, so muss etwa nach einem technischen Ausfall des autonomen Systems eine LenkerIn „schlagartig“ wieder das Steuer übernehmen. Dies hat Auswirkungen auf die Qualität der Arbeit und wird auch häufiger Bereitschaftsdienste nach sich ziehen. Es gibt aber auch Verbesserungen der Arbeitsbedingungen, da körperliche Belastungen abnehmen.

Vielfältige technologische Veränderungen werden in vielen Bereichen zu einer Veränderung des Arbeitsrechts (z.B. Lenk- und Ruhezeiten) führen. Hier gilt es einen entsprechenden Aushandlungsprozess zu gestalten. Eine weitere Flexibilisierung der Arbeitsmodelle wird erfolgen, die aber nicht nur durch die Entwicklungen im Mobilitätssektor vorangetrieben werden. Gleichzeitig eröffnen die technologischen Möglichkeiten, dass auch häufiger in der Nacht transportiert werden kann und damit das Ausmaß an Nacharbeit (z.B. bei der Remote Überwachung von LKW Flotten) zunehmen wird.

3.3.1.5. Gender

In Bezug auf die Konsequenzen automatisierten und digitalisierten Fahrens gibt es sowohl Chancen als auch Risiken für Frauen. Zum einen schafft die Digitalisierung neue Möglichkeiten und Formen der Flexibilisierung von Arbeit, da diese flexiblere Arbeitszeiten und mehr Remote-Arbeitsplätze schafft, was wiederum Möglichkeiten und Potenzial für Teilzeitkräfte hervorbringt. Andererseits kann in diesem Zusammenhang auch darauf hingewiesen werden, dass ein steigendes Ausmaß an Nacharbeit im Regelfall wenig frauenfördernd ist.

In einigen Bereichen wird körperliche Schwerarbeit durch Automatisierung ersetzt, im Gegenzug entstehen neue Berufe und Nachfrage nach Tätigkeiten im Bereich Planung und Überwachung von Prozessen. Dies eröffnet für Frauen und Männer gleichermaßen Opportunitäten. Wie angeführt, kommt es im Szenario Vorwärts 2040 auch zu einer Aufwertung und Nachfrage von Berufen mit Dienstleistungscharakter. Dies eröffnet zusätzlich Chancen für Frauen.

Gleichzeitig benachteiligt die allgemein höhere Anforderung an IT-Kompetenzen und die Nachfrage nach Jobs im IT-Bereich Frauen strukturell, da dieser Bereich bisher stark männerdominiert ist. In diesem Zusammenhang kann auch das Thema der Entwicklung von Startups adressiert werden. Im Szenario Vorwärts 2040 gibt es vielfältige Chancen für die Gründung von Startups im Mobilitätssektor, IT-Bereich und den entsprechenden Services. Ähnlich wie der IT-Bereich ist dieses Segment bislang stark von Männern dominiert. So zeigt sich etwa, dass Startups weniger häufig von Frauen gegründet werden als von Männern. Aktuelle österreichische Startup-Gründungen wie Die Lieferei, greenmoves, Radbox,

SCO2T Rollersharing oder Parkbob wurden etwa alle von männlichen Gründungsteams etabliert. Hieraus erwächst noch in stärkerem Ausmaß als bisher eine gesellschafts-, bildungs- und auch FTI-politische Herausforderung für die Zukunft. Eine starke Aktivierung des Potentials von Frauen in Punkto IT-Kompetenzen, neuen digitalen Geschäftsmodellen und Startup-Gründungen muss das Ziel sein.

3.3.2. Szenario 2: „Lokales Leben“

3.3.2.1. Beschäftigung

Wie im Szenario Vorwärts 2040 kommt es hier zu einer Nachfrage nach Fachkräften, die digitale Technologien, Maschinen und Prozesse entwerfen, bauen, warten, steuern, analysieren und überwachen. Fachleute, die über System- und Technologiegrenzen hinweg interdisziplinär arbeiten können bzw. entsprechende Qualifikationen mitbringen, sind in diesem Szenario am Arbeitsmarkt besonders gefragt.

Aufgrund der zunehmenden Bedeutung des Themas Datenschutz und Rechtssicherheit kommt es auch hier zu einer steigenden Nachfrage nach IT-Security-Fachleuten sowie JuristInnen und SpezialistInnen für rechtliche Regelungen und Zulassungen.

Ein wesentliches Charakteristikum des Szenarios „Lokales Leben“ ist ein geändertes Mobilitätsverhalten, das einen stärker umweltbewussteren und verantwortungsvollen Lebensstil zum Inhalt hat. Dies eröffnet in einigen Bereichen neue Jobmöglichkeiten. So wird es Nachfrage nach Facility ManagerInnen auf lokaler bzw. regionaler Ebene geben, Reparaturtätigkeiten werden zunehmen, hier sind AllrounderInnen bzw. GeneralistInnen gefragt, die verschiedenen Bereiche (z.B. Fahrrad, E-Bike, Scooter, Elektro-Scooter) abdecken können. Des Weiteren werden Jobs nachgefragt, die mit Fahrrädern und anderen Mobilitätstools (Scooter etc.) in Verbindung stehen, um den Fußgängerverkehr zu unterstützen. Auch Sharing-Modelle und neue Formen der Nutzung von privaten und öffentlichen Verkehrsmitteln gewinnen in diesem Szenario an Bedeutung. Korrespondierend wird es eine steigende Nachfrage nach Personal geben, das Reisen und Transportströme organisiert, von der LenkerIn bis hin zur BetreuerIn.

Der Online-Handel wird in diesem Szenario weiter an Bedeutung gewinnen, dementsprechend wird es mehr Nachfrage nach Beratungsdienstleistungen und Services (z.B. Einkaufsberatung) geben, ebenso wie PaketdienstleisterInnen, ZustellerInnen und DistributorInnen.

Im Szenario „Lokales Leben“ wird postuliert, dass durch neue Produktionstechnologien wie 3D Druck verstärkt in Österreich und auch in ländlichen Regionen – auch durch Rückverlagerungen – produziert wird. Dies öffnet Chance für Arbeitskräfte in Industrie und Gewerbe. Die für den regionalen Markt entwickelten und produzierten Produkte werden auch mehr Tätigkeiten für kreative Berufe wie DesignerInnen entstehen lassen.

Gleichzeitig stehen einige Berufsgruppen unter Druck. So wird es wie im Szenario „Vorwärts 2040“ weniger Nachfrage nach FahrerInnen geben, wenngleich der Abbau weniger intensiv ist. Die in diesem Szenario anvisierte Entkopplung von Wirtschaftswachstum und Verkehr wird dazu führen, dass es insgesamt weniger Beschäftigte im Transportsektor gibt. Dies hat aber auch negative Konsequenzen für die Hersteller von Kraftfahrzeugen und deren Zulieferbetriebe. Da in diesem Szenario auch die Nachfrage nach Fernreisen und dem Fernverkehr sinkt, wird es insgesamt weniger Beschäftigte im Flugverkehr geben. Schließlich gibt es durch die steigende Bedeutung von Online-Handel weniger Nachfragen nach klassischen Berufen im Handel inkl. VerkäuferInnen.

Weiters wird aufgrund der steigenden Anforderungen an viele Berufe und die zunehmende Automatisierung auch in diesem Szenario die Nachfrage nach niedrigqualifizierten Tätigkeiten zurückgehen.

3.3.2.2. Berufsbilder

Neben der bereits im Szenario „Vorwärts 2040“ skizzierten Transformation von Berufen gibt es einige neue Berufe, die im Zukunftsbild „Lokales Leben“ entstehen. Hier können etwa Berufe angeführt werden, die als „Nachhaltigkeitsawareness-TrainerInnen“ oder „Mobilitäts- und ÖkologietrainerInnen“ bezeichnet werden können. Überhaupt können in Regionen spezifische „regionale“ Berufsbilder entstehen, im Zusammenhang zwischen Mobilität und der jeweiligen Branche (Tourismus, Gewerbe etc.).

Auch in Bezug auf die Gestaltung und Planung von Mobilitätssystemen vor dem Hintergrund einer stärkeren Ressourceneffizienz und höheren Nachhaltigkeit werden spezifische neue Berufsbilder entstehen.

Daneben gelten auch in diesem Szenario die Befunde von oben für eine Transformation vieler existierender Berufe. So wird es zum einen bei vielen existierenden Berufsbildern der Servicecharakter der Tätigkeit an Gewicht gewinnen. Neue Berufsbezeichnungen lauten dann eher Serviceprovider für Fracht, Fahrzeug-BegleiterIn, SupervisorIn im Flottenmanagement, empathische ZugbegleiterInnen oder Relationship-ManagerIn. Zum anderen werden viele Berufe vermehrt IT-Kompetenzen erfordern, welche die Bedienung von Steuergeräten und die Überwachung von Systemen erfordern.

3.3.2.3. Kompetenzen

Einmal mehr kann für dieses Szenario die Bedeutung von sozialen Kompetenzen und Systemdenken herausgestrichen werden, entsprechend müssen zukünftig alle Ausbildungsbereiche in diese Richtung weiterentwickelt werden. Auch die Bedeutung von interdisziplinären Zugängen gewinnt vielfach an Relevanz. Von besonderer Bedeutung sind in diesem Szenario Kompetenzen im Bereich Nachhaltigkeit.

Weiters ist die Aneignung von IT-Kompetenz, häufig in Kombination bzw. komplementär zur angestammten Kompetenzen unbedingt notwendig.

3.3.2.4. Qualität der Arbeit

Im Szenario „Lokales Leben“ wird die Selbstverantwortung in Hinblick auf Arbeitszeit, Arbeitssicherheit und Ausbildung steigen. Gleichzeitig wird das Arbeitskräfte-Sharing zunehmen und damit die Arbeitswelt transformieren. Aufgrund der höheren Bedeutung von Telearbeit besteht in diesem Szenario ein Isolationsrisiko.

Aufgrund der Ausweitung von Transporttätigkeit in der Nacht (Bsp. Wartung) wird es mehr atypische Arbeitszeiten geben, was eine Vereinbarkeit von Familie und Beruf erschwert. Viele derartiger Tätigkeiten werden von geringer Qualifizierten ausgeführt werden.

3.3.2.5. Gender

In Bezug auf die Chancen für Frauen gelten in diesem Szenario ähnliche Befunde wie im Szenario „Vorwärts 2040“. Hier entstehen jedoch häufiger Telearbeitsplätze, das sich positiv auf die Beschäftigung und Chancen von Frauen auswirken kann. Überdies ist das Thema einer nachhaltigeren, familienfreundlicheren und ökologischeren Lebensweise von hoher Bedeutung in diesem Szenario; ein Thema das häufig von Frauen adressiert wird.

Systemkompetenz, Inter- und Transdisziplinarität sowie die Kombination von unterschiedlichen Kompetenzen und Zugängen sind wichtige Anforderungen für viele Berufe, die eine höhere Qualifizierung erfordern. Hier, so die Einschätzung der ExpertInnen, eröffnen sich zusätzliche Chancen für Frauen.

3.3.3. Szenario 3: “Digitale Kluft”

3.3.3.1. Beschäftigung

In diesem Szenario gibt es eine Nachfrage nach hochqualifizierten ExpertInnen (IT-Fachkräfte, ProgrammiererInnen, Datensicherheit, Logistik) in einem kleineren Segment und vor allem im gewerblichen Bereich. Gleichzeitig kommt es durch die sinkenden Einkommen bei einem Teil der Bevölkerung und dem Angebot von billigen Arbeitskräften zu einer Nachfrage nach niedrig qualifizierten Arbeitskräften. Zur Erinnerung, in diesem Umfeld ist die Kaufkraft eingeschränkt, wodurch die Nachfrage nach VAF gering ist. Gleichzeitig stehen billige Arbeitskräfte zur Verfügung (Lohndumping), weshalb sich Automatisierung nur bedingt durchsetzt bzw. rechnet. Gleichzeitig werden einige Berufe und Tätigkeiten, die in der Vergangenheit ausgelagert wurden, wieder zurück nach Österreich wandern. Insgesamt kommt es demzufolge zur vermehrten Nachfrage nach niedriger qualifizierten Arbeitskräften.

In diesem Szenario wird auch davon ausgegangen, dass der Fahrradverkehr und der Verkehr mit motorisierten Zweirädern zunehmen und somit Beschäftigungsimpulse bei Fahrrad-HändlerInnen, Fahrrad-MechanikerInnen und dgl. entstehen.

Trotz der nur moderaten Adoption von VAF werden auch in diesem Szenario neue Berufsbilder entstehen. Große Herausforderungen gibt es etwa in Bezug auf die Sicherheit durch die Herausbildung einer Zwei-Klassen-Gesellschaft mit einem hohen Sicherheitsbedürfnis (Schutz von unbefugtem Zugriff, Schutz von Kriminalität in Bereichen großer Menschenansammlungen, z.B. Mobilitäts-Hubs). Entsprechend werden hier neue Berufe entstehen.

Aufgrund der sinkenden Kaufkraft und dem Rückgang der Nachfrage nach Kraftfahrzeugen sind in diesem Szenario auch die KFZ-Zulieferindustrie und die angeschlossenen Dienstleistungen betroffen. Zudem wird ein Abbau von Beschäftigten in der Luftfahrt erwartet. Im Bahnbereich werden hingegen keine signifikanten Änderungen erwartet, weder besondere Beschäftigungsimpulse noch ein Abbau.

Des Weiteren kann davon ausgegangen werden, dass es in diesem Szenario zu einer geringeren Nachfrage nach Jobs im Bereich F&E und Umweltschutz kommt. Im Szenario „Digitale Kluft“ ist auch das Umfeld für Startups schwierig, entsprechend gibt es hier weniger Nachfrage bzw. Opportunitäten für motivierte und qualifizierte Fachkräfte.

3.3.3.2. Berufsbilder und Kompetenzen

Durch die oben angesprochene zunehmende Bedeutung von Sicherheit werden neue Berufe entstehen bzw. sich einige Berufe transformieren. Hier gibt es spezielle Anforderungen durch das Zusammenspiel sehr unterschiedlicher VerkehrsteilnehmerInnen (z.B. in Fahrzeugen mit unterschiedlichen Automatisierungs- und Digitalisierungsgraden).

Insgesamt gibt es in diesem Szenario eine größere Bandbreite an Berufsfeldern als heute bzw. in den beiden anderen Szenarien. Es ist eine besonders hohe Flexibilität im Mobilitätsbereich gefragt, da die gesamte Bandbreite an Berufen von traditionellen nicht digitalisierten oder automatisierten Tätigkeiten bis hin zu hochtechnisierten Berufen existiert. Dies gilt auch für die skizzierten Sicherheitsanforderungen: unterschiedliche VerkehrsteilnehmerInnen (inter)agieren mit verschiedenen Automatisierungs- und Digitalisierungsgraden. Es entstehen neue Berufsbilder, die verschiedene Ausprägungen des Verkehrs und die assoziierten Anwendungen miteinander verknüpfen („Bridging“).

3.3.3.3. Qualität der Arbeit

Die Polarisierung am Arbeitsmarkt hat auch Konsequenzen für die Qualität der Arbeit. Das in vielen Bereichen wenig prosperierende wirtschaftliche Umfeld verschlechtert für viele traditionelle Berufe die Arbeitsbedingungen. Es werden zwar nach wie vor niedrig qualifizierte Arbeitskräfte beschäftigt, allerdings zu geringen Löhnen, da auch wegen geringer Bildungsbudgets mehr Leute mit geringen Qualifikationen am Arbeitsmarkt verfügbar sind. Des Weiteren steigt der Anteil von Freelancer-Tätigkeiten, etwa durch Crowdfunding und Plattformen, was häufig zu einer Selbstausbeutung bei den selbstständig Beschäftigten führt und die soziale Sicherheit reduziert. Für die unter Druck geratenen Bereiche werden der ArbeitnehmerInnenschutz zurückgehen und die Arbeitsbelastung wird steigen. Aufgrund des hohen Drucks am Arbeitsmarkt werden für einige Tätigkeiten auch überqualifizierte Arbeitskräfte eingesetzt.

Für Berufe, die Nutznießer der Digitalisierung und Automatisierung sind, werden die Arbeitsmodelle und -bedingungen hingegen flexibler, da, was zeitliche, räumliche und methodische Aspekte betrifft, mit entsprechenden Qualifikationen vielseitige Möglichkeiten entstehen, Arbeitsleistungen zu erbringen. Auch das Ausüben mehrerer Tätigkeiten, die nicht unbedingt gleichzeitig ablaufen müssen, eröffnet Chancen, beispielsweise bei FahrerInnen das Ausüben einer Standby- bzw. regelmäßigen Überwachungstätigkeit und einer Telearbeit-Tätigkeit am Telearbeitsplatz LKW. Die Arbeitssicherheit erhöht sich ebenfalls für diese Gruppe von ArbeitnehmerInnen. Schwere Wartungs- und Reparaturtätigkeiten werden beispielsweise zunehmend auf Maschinen verlagert, die von Menschen überwacht werden. Schwere bzw. gefährliche körperliche Arbeit verlagert sich hin zu Überwachungs- und Kontrolltätigkeiten.

3.3.3.4. Gender

Wie auch bei den beiden anderen Szenarien bietet das steigende Ausmaß von Telearbeit bzw. die generelle Flexibilisierung bei der Erbringung von Arbeitsleistungen Chancen für Frauen und die Vereinbarkeit von Familie und Beruf. Allerdings ist auch hier die entsprechende Qualifizierung, insbesondere IT-Qualifizierung Grundlage für die Nutzung dieser

Chancen. In diesem Szenario sind die oben angesprochenen Möglichkeiten für Startup-Unternehmen und das Potential, sich in kreativen Jobs zu entfalten sehr eingeschränkt. Ebenso werden zukünftig alle Bereiche, in denen IT-Expertise gefragt ist, Frauen tendenziell benachteiligen, falls diese das nötige IT-Wissen nicht aufbauen können.

Wie generell für gering ausgebildete Gruppen die Chancen und Arbeitsbedingen sich in diesem Szenario verschlechtern, betrifft dies auch insbesondere schlecht ausgebildete Frauen, da diese traditionell noch schneller unter Druck kommen, wenn der Druck am Arbeitsmarkt steigt. Denn durch die steigende Arbeitslosigkeit werden die Bedingungen schwieriger, woraus traditionell insbesondere schlechtere Möglichkeiten für Frauen resultieren.

Aus diesem Grund und wegen der generell zunehmenden Einkommensschere wird davon ausgegangen, dass in den Bereichen der Gesellschaft, die die Chancen der Digitalisierung und Automatisierung nicht nutzen können, traditionelle Geschlechterrollen wieder im Vormarsch sind. Demgegenüber existieren in anderen Bereichen der Gesellschaft (IT-)qualifizierte Frauen, die diese Chancen sehr wohl nutzen können, auch da (schwere) körperliche Arbeit für gut Gebildete in den Hintergrund geraten ist, was wiederum traditionellen Geschlechterrollen entgegenwirkt. Aus diesem Grund wird eine größere Schere und zunehmende Kluft in der Gesellschaft erwartet, nicht nur was die Rollen bzw. Möglichkeiten der Geschlechter angeht, sondern auch innerhalb der Geschlechter.

3.3.4. Bewertung der Szenarien

Die drei skizzierten Szenarien liefern einen Rahmen und geben Orientierung für die Ableitung von Schlussfolgerungen und Handlungsempfehlungen. Diese Szenarien können in Bezug auf die Wahrscheinlichkeit des Eintretens und ihrer Wünschbarkeit bewertet werden. Dafür wurden die TeilnehmerInnen des Workshops für Güterverkehr und Transportlogistik (Wien) und der beiden Workshops zu Personenverkehr (Wien und Salzburg) gebeten, die drei Szenarien durch eine Vergabe von jeweils drei Punkten zu bewerten. Tabelle 8 illustriert die Ergebnisse der Bewertung.

Tabelle 8: Bewertungen der Szenarien

	Wünschbarkeit	Wahrscheinlichkeit
„Vorwärts 2040“		
Workshop Güterverkehr	***	***
Workshops Personenverkehr	**	***
„Lokales Leben“		
Workshop Güterverkehr	***	**
Workshops Personenverkehr	***	*
„Digitale Kluft“		
Workshop Güterverkehr	*	**
Workshops Personenverkehr	*	**

*** sehr hohe Punktzahl, ** moderate Punktzahl, * niedrige Punktzahl

3.4. Gesamtbild: Szenario-übergreifende Befunde

Im Folgenden werden die Szenario-übergreifenden Ergebnisse der Diskussion und Bewertung der Effekte für Beschäftigung und Arbeit durch automatisiertes und digitalisiertes Fahren durch die ExpertInnen dargestellt. Dabei werden auch, falls relevant, Spezifika für die einzelnen Verkehrsträger herausgearbeitet.

3.4.1. Beschäftigung

Die Digitalisierung und Automatisierung des Mobilitätssektors wird zukünftig steigen, wodurch für einige Berufsgruppen negative und positive Effekte entstehen.

KraftfahrzeugfahrerInnen, aber auch TaxilenkerInnen und TriebfahrzeugführerInnen werden jedenfalls von der Automatisierung und Digitalisierung unmittelbar betroffen sein. Insgesamt wird die Nachfrage nach diesen Berufen deutlich zurückgehen. Aufgrund des bereits sich heute abzeichnenden LKW-FahrerInnenmangels wird das autonome Fahrzeug (LKW) insbesondere vom gewerblichen Transportsektor als positive Entwicklung gesehen. Nichtsdestotrotz wird es auch zukünftig noch FahrerInnen und LenkerInnen geben, vor allem auch für die Last-Mile Zustellung. Steigend wird auch die Nachfrage nach FahrradbotInnen sein (mit Lastenfahrrädern). Im Kontext des Flugverkehrs kann in diesem Zusammenhang davon ausgegangen werden, dass aufgrund von Sicherheitsbestimmungen auch in einem hochautomatisierten Flugverkehrssektor PilotInnen weiterhin für die Steuerung von Flugzeugen verantwortlich sein werden.

Gleichzeitig wird es eine Aufwertung der vor- und nachgelagerten Berufe geben: Es wird demzufolge weniger FahrerInnen geben, jedoch relativ mehr KundenbetreuerInnen bzw. MitarbeiterInnen im Bereich Services. Die Service-Orientierung ist ein breiter Trend in allen Szenarien. Sie ist getragen durch das Bedürfnis der Menschen, von Menschen beliefert zu werden, nicht nur von Maschinen bzw. Drohnen und dgl. Hierbei gibt es zukünftig verstärkt Nachfrage nach „empathischen BegleiterInnen“, die zugleich technische Skills besitzen, aber auch im Krisenfall die Kommunikation übernehmen und für die Security in Transportmitteln verantwortlich sind (Aufgabenintegration). Wenngleich die Abwicklung vieler Transaktionen mit den KundInnen automatisiert wird bzw. auf die KundInnen ausgelagert wird, bleibt Service und Kontakt mit Menschen wichtig bzw. werden neue Services angeboten werden. Persönliches Service wird dabei jedoch immer mehr zum Kostenfaktor, das heißt die KundInnen müssen dafür in Zukunft öfters extra bezahlen.

Die Automatisierung wird vor allem in der Logistik rasch voranschreiten. Das bedeutet auch, dass der Beruf des/der DisponentIn sich im Umbruch befindet und sich in Richtung „Relationship-ManagerIn“ entwickeln wird bzw. bestimmte Tätigkeiten durch Algorithmen und Softwareprogramme ersetzt werden. Vollautomatisierte Zentrallager führen dazu, dass alles über Robotik abgewickelt wird. Nur mehr ganz wenige Personen sind in der Überwachung und Steuerung des Lagers tätig.

Automatisierte und digitalisierte Systeme müssen überwacht, kontrolliert und gewartet werden: Neue Jobs werden folglich in Zusammenhang mit Operation, Überwachung der Fernsteuerung, Verkehrsflussregelung und Wartung und Instandhaltung entstehen. Es wird also eine Nachfrage nach „Remote-FahrerInnen“, die in Leitstellen tätig sind und „Remote-ÜberwacherInnen“, die in Kontrollräumen tätig sind, geben. Hier werden auch neue Möglichkeiten für Startup-Unternehmen entstehen, die etwa Logistikplattformen aufbauen oder neue Konzepte für die Flottenbetreuung entwickeln.

Die manuelle Arbeit wird deutlich weniger werden. Insbesondere im Straßenverkehr, aber auch im Bereich Bahn sowie im Bereich Luft insbesondere auf der Land-Side des Flughafens, d.h. im Flughafengebäude selbst. Dennoch werden zukünftig niedrig qualifizierte Tätigkeiten und manuelle Tätigkeiten in einigen Teilbereichen weiterhin benötigt, da sich für gewisse Tätigkeiten die Automatisierung bzw. Digitalisierung nicht rechnet, schwer technologisch umsetzbar bzw. nicht attraktiv ist (z.B. Reinigung, persönliche Begleitung, Verladen auf das Flugzeug von individuellem Gepäck oder Fracht, tlw. Security, Service an Board oder in Restaurants, Information).

Eine starke Nachfrage wird es nach Berufen geben, die die Entwicklung und Implementierung der Technologien zum Fokus haben, die eine starke IT-Komponente aufweisen. Die Anzahl der Berufe im Bereich IoT, AI, Data Science und Cyber Security wird steigen. ProgrammiererInnen, die die Steuerung autonomer LKW verantworten, sind genauso nachgefragt, wie SpezialistInnen für die Entwicklung von digitalen Logistiklösungen oder EntwicklerInnen der Mensch-Technologie-Interaktion.

Des Weiteren wird ein steigendes physisches Sicherheitsbedürfnis nach Einschätzung der ExpertInnen eine Nachfrage nach Sicherheitsberufen nach sich ziehen. Auch wurde im Zuge der Diskussion aller drei Szenarien eine steigende Nachfrage nach JuristInnen als sehr wahrscheinlich gesehen.

Überhaupt wird der Bedarf an höher qualifizierten Arbeitskräften anwachsen. ArbeitnehmerInnen, die den Umstieg auf digital und audiovisuell unterstützte Tätigkeiten nicht schaffen, werden schlechtere Chancen am Arbeitsmarkt haben.

3.4.2. Berufsbilder

In jedem Szenario wird davon ausgegangen, dass neue Berufe entstehen und sich existierende Berufe verändern. Wie oben angeführt, können einige typische neue Berufe angeführt werden, die zukünftig entstehen werden. So wird sich zunächst der Beruf der FahrerIn verändern. Des Weiteren gibt es die/den „Remote-FahrerIn“ und „Remote-Überwache-rIn“, die/der die klassische FahrerIn vielfach ersetzt und das Fahrzeug im Bedarfsfall fernsteuert bzw. anleitet. Im Fernverkehr wird der/die LKW-FahrerIn zur „PilotIn der Landstraße“. PaketzustellerInnen werden zusehends auch zu InstallateurInnen und RücknahmespezialistInnen. TriebfahrzeugführerInnen und SchaffnerInnen integrieren sich zu ZugoperateurInnen.

Auch Tätigkeiten im Bereich des Verschubs werden sich ändern: Die Aufgaben von WagenmeisterInnen und Verschub-mitarbeiterInnen werden zusehends automatisiert, insbesondere in größeren Verschiebebahnhöfen wo sich ein automatisierter Verschub bzw. eine automatisierte Kopplung und Entkopplung von Waggons bezahlt macht. Auch selbstfahrende Waggone im Verschub sind im Trend: Weniger Verschub-Lokomotiven, d.h. weniger TriebfahrzeugführerInnen insbesondere im Güterbereich.

Die Veränderung von Servicetätigkeiten wird die Berufe verändern. Alles was mit direktem Kundenkontakt zu tun hat wird fortlaufend automatisiert falls rentabel bzw. auf die Kunden selbst ausgelagert. ServicemitarbeiterInnen werden zu „Trouble ShooterInnen“ beim Automaten und müssen gleichzeitig mehr Services integrieren. Im Vordergrund stehen Kosteneinsparungen und Effizienzsteigerungen. Bspw. im Flugverkehr wird der Passanger Handling Agent am Schalter zur Assistentin für Beratung am Self-Check-In und Self-Baggage-Drop Off („Floor Walker“) (insbesondere bei Standard-kundInnen). Gleichzeitig wird die/der FahrerIn eines Zuges auch zusätzlich Dienstleistungen durchführen und Triebfahr-zeugführerInnen werden auch zu ZugbegleiterInnen oder umgekehrt. Die/der KontrollorIn wird zur/zum „Empathischen BegleiterIn“ mit technischen Skills und Kenntnissen in Krisenkommunikation, die Bedienung im Speisewagen wartet und befüllt auch die (digital vernetzten) Getränkeautomaten.

Zudem wird auch die Tendenz für die Zukunft gesehen, dass am Vorfeld und Rollfeld von Flughäfen der Transport von PassagierInnen, Gepäck und Fracht automatisierter ablaufen wird als bisher. Eventuell gibt es dadurch weniger Busfah-rerInnen an Flughäfen oder auch weniger TaxifahrerInnen (autonome Busse und PKWs für MitarbeiterInnen und Passa-gierInnentransport). Wenn auch insbesondere das Entladen/Beladen von Gepäck auch in Zukunft noch vorwiegend ma-nuell durch Menschen passieren wird (Mensch ist hierbei immer noch besser/schneller als Roboter), kann es aber sein, dass das Gepäck in Zukunft aus dem „Boden kommt“ (damit weniger GepäckfahrerInnen).

Die klassische manuelle Bedienung von Fahrzeugen und Maschinen verliert an Bedeutung, während die Überwachung und Fernsteuerung von automatisierten Vorgängen in räumlich konzentrierten Leit- und Kontrollstellen zunimmt. Auch Berufe im Zusammenhang mit der Verkehrsplanung werden sich ändern: Hier steht etwa die Standardisierung und Opti-mierung von verkehrsträgerübergreifenden Tätigkeiten im Mittelpunkt.

Des Weiteren entstehen neue „Wartungsberufe“ mit höheren bzw. veränderten Anforderungen, etwa im Bereich Infra-struktur und autonome Fahrzeuge. Auch die Sammlung und das Management von Daten wird zukünftig eine wichtige Grundlage für Erfolg im Mobilitätssektor. Entsprechend werden viele neue Berufe entstehen und bestehende Berufe stär-ker mit Datenmanagement befasst sein.

3.4.3. Kompetenzen

In allen drei Szenarien werden die Kompetenzanforderungen, zumindest in den meisten Berufen, höher als niedriger werden. Die Aus- und Weiterbildung muss entsprechend reagieren und digitale sowie generell transversale Kompeten-zen werden zukünftig noch weiter an Bedeutung gewinnen.

Grundsätzlich ist es notwendig die bestehenden bzw. neu entstehenden Mobilitätssysteme zu verstehen (Systemwissen) und entsprechend zu agieren (Systemkompetenz). Dabei kann unterschieden werden zwischen jenen Personen, die sich innerhalb des Transportsystems bewegen und jenen die das Transportsystem steuern und überwachen. Bei Letzteren spielen neben den genannten Aspekten auch Systemdenken, Kreativität (soziales Systemdesign), Programmierung,

Wartung und Reparatur, der Betrieb (Bedienung) und die Sicherheit (Monitoring) eine wichtige Rolle. In der Verkehrsplanung wird zudem eine Vernetzung von planerischen, organisatorischen, administrativen und digitalen Kompetenzen vorausgesetzt.

Weiters zeigt sich über alle drei Szenarien hinweg eine Zunahme an sozialen Kompetenzen. Dies betrifft insbesondere die zunehmenden Mobilitätsservices (Betreuung, Beratung) sowie generell den Umgang mit KundInnen. Die Zunahme der sozialen Kompetenzen ist auch vor dem Hintergrund zu betrachten, dass zukünftig Tätigkeiten insgesamt prozess- und kommunikationsintensiver werden und eine Zunahme an Servicetätigkeiten erwartet wird. Im Bereich der kommunikativen Kompetenzen sind insbesondere Verhandlungsgeschick sowie Kooperations- und Konfliktkompetenz hervorzuheben.

Ebenfalls nicht zu vernachlässigen ist die Tatsache, dass zukünftig im Vergleich zum Trend der vergangenen Jahre eher GeneralistInnen anstelle von SpezialistInnen benötigen werden: Die Kombination von Kompetenzen, Interdisziplinarität, gleichzeitige Expertise in verschiedenen Mobilitätsbereichen sowie die Integration von Kompetenzen in den Bereichen Mobilität, IT, Daten, Wirtschaft und Soziales werden ein zentrales Erfordernis bei höherqualifizierten ArbeitnehmerInnen im Mobilitätssektor.

In Hinblick auf diese neuen Kompetenzanforderungen müssen Ausbildungsprozesse deutlich flexibler gestaltet werden, damit entsprechend auf neue technologische Änderungen eingegangen werden kann. Ein Erneuerungszyklus von Lehrplänen von bis zu zehn Jahren kann dem schnell fortschreitenden technologischen Wandel nur ungenügend Rechnung tragen. Dementsprechend werden modulare Ausbildungsprogramme, die flexibler an sich ändernde Gegebenheiten angepasst werden können, zukünftig weiterhin an Bedeutung gewinnen. Lebenslanges Lernen wird vor dem Hintergrund der Schnellebigkeit der Technik zu einer grundlegenden Voraussetzung in einem digitalisierten und automatisierten Mobilitätssektor, zum einen um mit den rasanten technologischen Veränderungen mitzuhalten und zum anderen um bestehende MitarbeiterInnen im Umgang mit digitalen Systemen zu re-qualifizieren.

3.4.4. Qualität der Arbeit

Durch die Abnahme an manuellen Tätigkeiten wird es laut ExpertInnen zu einer Verbesserung der physischen Arbeitsbedingungen kommen, da körperliche Belastungen abnehmen werden.

Gleichzeitig ist die Digitalisierung und Automatisierung im Mobilitätssektor von Effizienzsteigerung bei Arbeitsprozessen und Produktivitätssteigerung u.a. durch Aufgabenintegration und Job Enlargement gekennzeichnet. Neue Tätigkeiten durchdringen bestehende Berufsbilder und der Druck zur Anpassung bzw. Professionalisierung steigt, was wiederum den Leistungs- und Zeitdruck auf ArbeitnehmerInnen im Mobilitätssektor erhöhen könnte. Insbesondere dann, wenn ArbeitnehmerInnen den Umstieg auf digital und audiovisuell unterstützte Tätigkeiten und damit einhergehende Erhöhung der Arbeitsproduktivität nicht bzw. nur schwer schaffen oder wenig Bereitschaft und/oder Möglichkeiten zur Re-Qualifizierung haben. Dementsprechend ist die Bereitschaft zur Weiterbildung und die Möglichkeit zum lebenslangen Lernen eine zentrale Voraussetzung für eine Arbeitsqualität, welche die Gesundheit der ArbeitnehmerInnen nicht gefährdet.

Auch das Zusammenwirken von Mensch und Maschine wird sich ändern. Direktes Bedienen und steuern nimmt ab, der Mensch übernimmt verstärkt Kontrollfunktionen und/oder interagiert über audiovisuelle und digitale Schnittstellen bzw. über Virtual/Augmented Reality (VAR) mit dem technologischen System. Zudem kommen ArbeitnehmerInnen immer mehr in die Rolle einer „Rückfalloption“ wenn das technologische System, das autonome Fahrzeug fehlerhaft bzw. unzureichend reagieren sollte. Der Mensch muss dann „einspringen“ und arbeitet somit auf Bereitschaft und auf der „Rückfallebene“, was wiederum besondere und sichere Übergabemodi von Technologie zu Mensch und entsprechende Aufmerksamkeit auf Seiten des Menschen erfordert.

Konsequenterweise wird es im Mobilitätssektor aufgrund der Digitalisierung, Automatisierung und der vielfältigen Möglichkeiten der Visualisierung (Kameras, 360 Grad View) verstärkt zu einer Arbeit in ortsunabhängigen Zentralen und Leitstellen kommen. Dies führt zu Effizienzsteigerungen und v.a. einer räumlichen Aufgabenkonzentration, wobei hierbei auch die persönliche und schnelle Interaktion von Verantwortlichen aus unterschiedlichen Aufgabenbereichen ein zentraler Erfolgsfaktor insbesondere bei der Bewältigung von ad hoc Herausforderungen darstellen soll.

Durch die Fernsteuerung und Überwachung autonomer Fahrzeuge in Zentralen kommt es auch verstärkt zu Nacharbeit in denselben, da solche Fahrzeuge unter gewissen Auflagen (insbesondere zu Lärm) auch in der Nacht fahren können und damit Ruhezeiten von LKW FahrerInnen nicht mehr oder nur weniger von Relevanz sind, was auch auf eine Änderung von Lenk- und Ruhezeiten hinauslaufen könnte.

Generell wird es durch Digitalisierung und durch räumliche Überbrückungsmöglichkeiten zu einer Flexibilisierung bei den Arbeitszeiten kommen mit dem Risiko, dass auch Privatzeit und Arbeitszeit nicht mehr genau voneinander getrennt sind bzw. ineinandergreifen. Damit gewinnt die Arbeitszieldefinition gegenüber der geleisteten Arbeitszeit an Bedeutung. Aber auch eine Anpassung des Arbeitsrechtes bzw. des Arbeitszeitgesetzes könnte dadurch erforderlich werden.

3.4.5. Gender

Um einer gesellschaftlichen Kluft und traditionellen Rollen- und Berufsbildern entgegenzuwirken, braucht es gut ausgebildete Arbeitskräfte, unter den Frauen insbesondere mit hoher IT-(Anwendungs-)Expertise und unternehmerischen Skills, um entsprechende Potenziale in allen Bevölkerungsgruppen nutzen zu können.

Systemkompetenz, Inter- und Transdisziplinarität sowie die Kombination von unterschiedlichen Kompetenzen und Zugängen sind wichtige Anforderungen für viele Berufe, die eine höhere Qualifizierung erfordern. Hier, so die Einschätzung der ExpertInnen, eröffnen sich zusätzliche Chancen für Frauen in allen drei Szenarien.

In Bezug auf die Konsequenzen automatisierten Fahrens gibt es sowohl Chancen als auch Risiken für Frauen. Zum einen schafft die Digitalisierung neue Möglichkeiten und Formen der Flexibilisierung von Arbeitsmodellen, was flexiblere Arbeitszeiten und mehr Remote-Arbeitsplätze schafft. Dies könnte neue Möglichkeiten für viele Frauen, die heute auf Grund der besseren Vereinbarkeit von Beruf und Familie in Teilzeitberufen beschäftigt sind, eröffnen, insofern als anstelle einer Teilzeit- eine Vollzeitstelle angenommen werden könnte, da Wegzeiten wegfallen bzw. Arbeiten in Betreuungs- bzw. pflegefreie Zeiten verschoben werden können. Weiters könnte sich eine Flexibilisierung von Arbeitsmodellen und damit einhergehende Flexibilisierung der Arbeitszeiten auch insofern positiv auswirken, als Männer in Hinblick auf Betreuungs- und Pflegeverpflichtungen mehr Verantwortung übernehmen könnten, was insgesamt zu einer besseren Gleichstellung von Mann und Frau in Hinblick auf reproduktive Tätigkeiten führen könnte. Zum anderen kann Arbeitszeitflexibilisierung aber auch negative Auswirkungen auf Frauen haben, beispielsweise, wenn es zu verstärkter Nacharbeit kommt, die erfahrungsgemäß wenig frauenfördernd ist.

In einigen Bereichen wird die Schwerarbeit durch Automatisierung ersetzt, im Gegenzug entstehen neue Berufe und Nachfrage nach Tätigkeiten im Bereich Planung- und Überwachung von Prozessen. Dies eröffnet insbesondere für Frauen Opportunitäten. In manchen Bereichen kommt es zu einer Aufwertung und Nachfrage von Berufen mit Dienstleistungscharakter. Dies eröffnet ebenfalls zusätzlich Chancen für Frauen.

Gleichzeitig kann die allgemein höhere Anforderung an IT-Kompetenzen und die Nachfrage nach Jobs im IT-Bereich Frauen strukturell benachteiligen, da dieser Bereich heute stark männerdominiert ist bzw. vermutlich auch in Zukunft sein wird, sofern hier nicht konkrete sozial- und bildungspolitische Maßnahmen gesetzt werden, um Frauen bereits frühzeitig im Verlauf der Aus- und Weiterbildung für technische Berufe zu begeistern. Hier ist insbesondere ein Umdenken in der Unterrichtspraxis notwendig, die m.U. immer noch von stereotypen Geschlechterrollen ausgeht und entsprechend zu wenig individualisierte und differenzierte Förderung der SchülerInnen anbietet.

In diesem Zusammenhang kann auch das Thema der Entwicklung von Startups adressiert werden. In allen Szenarien gibt es vielfältige Chancen für die Gründung von Startups im Mobilitätssektor, IT-Bereich und den Services. Ähnlich wie der IT-Bereich ist dieses Segment allerdings bislang stark von Männern getrieben. So zeigt sich etwa, dass Startups weniger häufig von Frauen gegründet werden als von Männern. Aktuelle österreichische Startup-Gründungen wie UboGo, Die Lieferei, greenmoves, Radbox, SCO2T Rollersharing oder Parkbob wurden etwa alle von männlichen Gründungsteams etabliert. Der geringe Frauenanteil in der Gründungsszene ist vor allem auf gesellschaftliche und kulturelle Faktoren zurückzuführen, die sich nur langsam ändern. Auch wenn sich durch gezielte Maßnahmen dies zukünftig verbessern wird, kann davon ausgegangen werden, dass Frauen diese neuen Chancen nicht in dem Ausmaß nutzen können wie Männer.

Wie generell für gering qualifizierte und unflexible ArbeitnehmerInnen die Chancen und Arbeitsbedingen sich verschlechtern, eröffnen sich zahlreiche Chancen für flexible, gut ausgebildete und vor allem IT-versierte Arbeitskräfte. Dies gilt in besonderem Maße für Frauen.

3.4.6. Zusammenfassende Einschätzung der Entwicklung von Berufen und Berufsbildern

Die folgende Tabelle zeigt die Einschätzung der **langfristigen Trends für bestehende Berufsbilder** und wie sich diese inhaltlich verändern werden anhand der Angaben von ExpertInnen in den Workshops. Dabei wurden viele Einschätzungen getroffen, die für alle drei Szenarien zuträfen, allerdings gab es auch einzelne Aussagen, die nur für spezifische Szenarios getätigt wurden, ohne diese für die anderen Szenarios überprüfen zu können. Für diese spezifischen Aussagen wurden die entsprechenden Szenarios in der folgenden Tabelle angegeben.

Tabelle 9: Zusammenfassung Einschätzung der Entwicklung bestehender Berufe in den Szenarien

Beruf	Trend langfristig	Begründung, Änderungen im Tätigkeitsprofil	Szenarien
BerufskraftfahrerIn in der Güterbeförderung	Rückgängig	Generell gibt es weniger Bedarf an FahrerInnen durch Zunahme des automatisierten Fahrens; in Übergangszeiten jedoch Chancen durch zusätzliche Aufgaben	Alle
BerufskraftfahrerIn in der Personenbeförderung	Gleichbleibend	Hohes Sicherheitsbedürfnis von PassagierInnen, Verschiebung in Richtung zusätzlicher Serviceaufgaben, IT und Wartung bzw. Aufgabenintegration	Alle
Bote / Botin	Steigend	Zustellservices werden an Bedeutung gewinnen, verstärkte Integration zusätzlicher Services (Aufstellung und Installation)	Alle
ExpeditarbeiterIn	Rückgängig	Einfache manuelle Tätigkeiten werden stark durch Automatisierung abgelöst, falls leistbar	Alle
FahrdienstleiterIn	Rückgängig	Mehr Aufgaben im Bereich der Steuerung, aber in weniger Steuerzentralen	Alle
FlugbegleiterIn	Rückgängig	Weniger Fernreisen, Personalabbau durch Konkurrenzdruck	2,3
FlughafenarbeiterIn (Airside)	Gleichbleibend	Weniger Fernreisen, Personalabbau durch Konkurrenzdruck, Automatisierung ist teilweise schwierig	Alle
Flughafenbodenpersonal (Landside)	Rückgängig	Veränderung in Richtung digitaler Kompetenzen und serviceorientierter Aufgabenfelder bzw. Aufgabenintegration	Alle
FlugverkehrstechnikerIn/Lotse	Gleichbleibend	Steigende Anforderungen im Bereich Sicherheit, IT	Alle
FrächterIn	Rückgängig	Weniger manuelle Tätigkeiten im Güterumschlag, kleine FrachtführerInnen und ihre MitarbeiterInnen geraten unter hohen Konkurrenzdruck	1,2
HafenmeisterIn	Rückgängig	Tätigkeiten können teilweise automatisiert werden	Alle
Kfz-TechnikerIn	Gleichbleibend	Neue Fahrzeug-Konzepte erfordern neue Kompetenzen in Reparatur und Wartung, mehr IT-Kompetenzen, Flottenwartung, Automobile werden tlw. wartungsärmer	1,2
LagerarbeiterIn	Rückgängig	Einfache manuelle Tätigkeiten werden stark durch Automatisierung abgelöst, falls leistbar	Alle
LogistikerIn	Gleichbleibend	Logistik wird globaler, IT-Kompetenzen sind stark gefragt. Verschiebung in Richtung Distributionslogistik und Service – Relationship-Management	Alle
PostdienstleisterIn	Gleichbleibend	Entstehung von Micro-Hubs für Paketdienstleistungen lösen klassische Post-Aufgaben zusehends ab	Alle

Schiffspersonal	Gleichbleibend (Personenverkehr) Rückgängig (Güterverkehr)	Reduktion des Tätigkeitsspektrums durch mehr self-service, Tätigkeitsprofil ergänzt durch IT, aber hohes Sicherheitsbedürfnis stabilisiert die Nachfrage insbesondere im Personenverkehr	Alle
Speditionsfachkraft (m/w)	Rückgängig	Verschiebung in Richtung Spezialdienstleistungen, IT übernimmt viele bisherige Aufgaben. Höherqualifiziert durch IT, damit aber auch Verengung der Nachfrage	1,2
TaxichauffeurIn	Rückgängig	Automatisiertes Fahren löst viele Taxidienste ab, Verschiebung zu neuen Sharing Diensten	Alle
TriebfahrzeugführerIn	Gleichbleibend (Personenverkehr) Rückgängig (Güterverkehr)	Automatisiertes Fahren macht Spielräume frei für höhere Serviceorientierung, Sicherheitsdienstleistungen und IT; werden tlw. ZugbegleiterInnen ablösen	Alle
ZugbegleiterIn	Rückgängig	Höhere Serviceorientierung, tlw. Ablösung durch TriebfahrzeugführerInnen (weil technische Grundlage notwendig)	Alle
ZweiradtechnikerIn	Steigend	Mehr lokaler Alternativ-Verkehr	2

Vielfach wurden in den Workshops auch **neue Berufsbilder bzw. Betätigungsfelder** genannt, wie sie derzeit nicht oder in sehr geringem Umfang bestehen würden; diese Berufe und Betätigungsfelder sind in der folgenden Aufzählung angeführt, ohne eine Unterscheidung nach Szenarios zu treffen, da sie generell von der Automatisierung und Digitalisierung im Mobilitätssektor abhängig sind:

Box 1: Neue Berufsbilder und Betätigungsfelder

- Cyber-Security ExpertInnen
- DatenbesitzerInnen als ArbeitgeberInnen der Zukunft
- Empathische BegleiterIn (technische und soziale Kompetenzen, Krisenbegleitung)
- Facility ManagerInnen für Mobilitäts-Facilities (Fahrzeuge, Hubs, regional)
- Fahrzeug-BegleiterInnen, OperatorInnen für autonome Fahrzeuge
- Hochqualifizierte Technik-Dienstleistungen (Mechatronik, Augmented Reality, Automatisierung, Sensorik etc.)
- MobilitätsexpertInnen – BeraterInnen für Anbieter und KundInnen
- Neue Berufe und Tätigkeiten im Hub-Bereich (Micro-Hubs, lokale Hubs)
- Neue Berufe im Umweltbereich und im Bereich Energieeffizienz (BeraterInnen)
- ProgrammiererInnen für Verkehrssteuerung und Steuerung autonomer Fahrzeuge
- RechtsexpertInnen im Bereich der Mobilität
- ServiceproviderInnen für Fracht
- Sicherheitspersonal für Mobilität und unterschiedliche MobilitätsteilnehmerInnen
- StandardisiererInnen, OptimiererInnen (intermodal, grenzübergreifend)
- Startups im Wartungs- und Servicebereich (Flottenwartung im Sharing Bereich)
- SupervisorIn im Flottenmanagement
- VerkehrsmanagerInnen

4. Schlussfolgerungen und Empfehlungen

Die Digitalisierung und Automatisierung des Mobilitätssektors wird die Arbeitswelt maßgeblich und vielfältig verändern, sie bietet Chancen und Risiken für die unterschiedlichen Akteursgruppen. Der in dieser Studie zugrundeliegenden Szenariologik folgend sollten dabei Strategien und Maßnahmen dahingehend formuliert werden, dass das Eintreten von wünschenswerten Szenarien begünstigen und das Eintreten von unerwünschten Szenarien vermieden wird. Die Bewertung durch die TeilnehmerInnen zeigt dabei eindeutig, dass das Szenario „Digitale Kluft“ vermieden werden soll, während das Szenario „Vorwärts 2040“ und „Lokals Leben“ als wünschenswert erachtet werden, wenngleich sich hier Unterschiede zwischen Personen- und Güterverkehr ergeben. Keine der drei Szenarien wird exakt so eintreten, wie hier spezifiziert, dennoch zeigt die Analyse der Szenarien das Spektrum und die Bandbreite der möglichen Entwicklungen auf. Wie die Analyse und Bewertung der Szenarien gezeigt hat, gibt es auch eine Vielzahl generischer Entwicklungstrends, die sich schon gegenwärtig abzeichnen und die bereits heute Maßnahmen und Strategien erfordern.

Vor diesem Hintergrund wurden im Rahmen eines Strategie-Workshops gemeinsam mit Stakeholdern aus den unterschiedlichen Bereichen Handlungsfelder formuliert. Dabei wurde zwischen Politik und Interessensverbänden sowie den Unternehmen als wichtige Akteursgruppe unterschieden. Was die konkreten Handlungsfelder für Politik und Interessensverbände betrifft, wurden Mobilitäts- und Verkehrspolitik, FTI-Politik, Arbeitsmarkt- und Sozialpolitik, sowie Bildungspolitik als wichtige Politikfelder bzw. Akteure adressiert, die maßgeblich die Zukunft des Mobilitätssektors mitgestalten können. Darüber hinaus gibt es auch Bedarf für eine politikfeldübergreifende Gesamtstrategie.

4.1. Handlungsfelder für Politik und Interessensverbände

4.1.1. Gesamtstrategie für Mobilität

Eine der zentralen Schlussfolgerung für die Gestaltung des zukünftigen Mobilitätssektors unter Berücksichtigung der Auswirkungen auf Beschäftigung, Qualifikation und Arbeit ist, dass Österreich eine grundlegende Vision und gesamthafte Strategie für die automatisierte und digitalisierte Mobilität benötigt. Die Gesellschaft befindet sich mitten in einem Kulturwandel, und die Systemgrenzen (insbesondere im Bereich Mobilität) verschwimmen stark (Verkehr, Produktion, Logistik, IT). Digitalisierung und Automatisierung als treibende Faktoren dieser Veränderungen bieten Chancen, bergen aber auch Risiken (etwa drohender Kontrollverlust) im Hinblick auf eine weitreichende Transformation des Mobilitätssystems. Automatisierung und Digitalisierung muss aktiv gestaltet werden, damit die Mobilitätswende gelingt. Diese „Mobilitätswende“ ist ein langfristiger Prozess, der schrittweise gegangen und mit Strukturen unterfüttert werden muss, um Risiken zu vermeiden und förderliche Rahmenbedingungen zu setzen. Rahmenbedingungen sollen etwa entsprechend der Erfahrungen in Testfeldern weiterentwickelt werden, und Politik, Wirtschaft und Gesellschaft müssen diese Entscheidungen auf breiter Basis gemeinsam diskutieren und voranbringen. So zeigt eine aktuelle Studie (acatech 2018) für Deutschland, dass zwei von vier der am häufigsten genannten Einwände in Bezug auf die Akzeptanz von vollautomatisiertem Fahren – Datenschutz und Sicherung der Systeme vor Manipulationsversuchen von Internetkriminellen – nicht auf Technik „an sich“ abzielen, sondern auf Probleme der gesellschaftlichen Einbettung von Technik.

Des Weiteren wurde diskutiert, dass wirkungsorientierte Steuerung durch die öffentliche Hand sichergestellt werden muss. Für die aktive Gestaltung der Veränderungen (nicht nur Anpassung der Rahmenbedingungen an Veränderungen), braucht es übergeordnete Steuerung und strategische Planung wie bzw. wohin sich der der Mobilitätssektor entwickeln soll, um sich Automatisierung und Digitalisierung bestmöglich zu Nutze zu machen. Diese Strategie soll im nationalen Dialog für das Gesamtsystem „Mobilität“ mit (Berücksichtigung damit in Zusammenhang stehender Systeme) entwickelt werden und ein Leitbild mit langfristigen gesellschaftlichen Zielen entwerfen, das länder- und sektorenübergreifend funktioniert und die Entwicklungen auf europäischer Ebene mitberücksichtigt. Transparenz und Klarheit über erwünschte Zukünfte und Entwicklungspfade wird geschaffen durch die breite Auseinandersetzung mit zentralen Aspekten wie „Wie wollen wir uns die Automatisierung bewusst zu Nutze machen? Und wo wollen wir bewusst darauf verzichten? Was wollen wir, das Digitalisierung darf? Wer steuert? Wem nützt es? Wieviel Staat und wieviel Markt wollen wir?“ In diesem Prozess gilt es Fragen von Sicherheit und Technologieabhängigkeit, und nicht zuletzt von erforderlichen Skills und Kompetenzen zu adressieren. Um die damit verbundene Erwartungssicherheit zu schaffen, bedarf es vermehrter Koordination und Kooperation zwischen einzelnen Politikfeldern (FTI, Verkehr und Mobilität, Bildung, Arbeitsmarkt, etc.). Konkrete Vernetzungsangebote und Unterstützungsmaßnahmen für interessierte Akteure aus Wirtschaft, Politik, Bildung, Zivilgesellschaft stellen hilfreiche erste Schritte dar.

4.1.2. Mobilitäts- und Verkehrspolitik

Automatisierung und Digitalisierung bieten Chancen und Herausforderungen für den Mobilitätssektor. Studien rechnen mit möglichen Rebound-Effekten z.B. Rückverlagerung vom öffentlichen hin zum Individualverkehr. Daher ist es etwa im Bereich der Emissionsreduktion wichtig, Automatisierung mit anderen Themen zu verknüpfen, z.B. mit alternativen Antriebstechnologien. Es sind aber auch Maßnahmen notwendig, die nachhaltige Mobilitätsverhaltensmuster fördern und ressourcenintensive Verkehrsverlagerungen eindämmen, etwa in dem vermieden wird, dass auf Grund von Komfort von öffentlichen Verkehrsmitteln auf autonome Fahrzeuge mit geringen Besetzungsgrad umsteigen, denn diese benötigen pro Personenkilometer mehr Energie, Platz und Material.

Für die Mobilitäts- und Verkehrspolitik werden drei konkrete Handlungsempfehlungen formuliert:

- Durchsetzung einer menschenzentrierten Perspektive: Entwicklungen und Maßnahmen müssen sich an den Bedürfnissen und Reaktionen von Menschen orientieren und dabei unterschiedliche gruppenspezifische Verhaltensmuster und Rahmenbedingungen berücksichtigen. Dies ist notwendig, um einerseits bestehende strukturelle Ungleichheiten auszugleichen und das Entstehen neuer Ungleichheiten zu verhindern (welche Nutzungsbarrieren können für bestimmte Gruppen durch automatisierte Services entstehen?) und um andererseits Potenziale zur gezielten Förderung nachhaltiger Verhaltensweisen zu erkennen und umzusetzen (z.B. wie können am besten Anreize und Motivationsstrategien für nachhaltiges, multimodales Verhalten umgesetzt werden?). Erkenntnisse und Wissen über Mobilitätsverhaltensphänomene müssen zu diesem Zweck vertieft und vermittelt werden, um von allen Akteuren praktisch angewendet werden zu können und unerwartete Verhaltensänderungen (z.B. Steigerung des Verkehrsaufkommens nach verkehrsentlastender Maßnahme) zu vermeiden.
- Fokus auf gesamtheitliche und langfristige Wirkungen: Mobilität besteht aus einem komplexen wechselseitigen Gefüge. Veränderungen im Verkehrsangebot können weitreichende Konsequenzen über das Verkehrssystem hinaus haben; so können Veränderungen des Mobilitätsverhaltens zu strukturellen Benachteiligungen abseits des konkreten Mobilitätskontexts führen (z.B. Gesundheitsfolgen durch Reduzierung von körperlicher Aktivität und sozialen Kontakten aufgrund von längeren Pendlerdistanzen in autonomen Fahrzeugen). Akteure auf allen Ebenen – Planer, Verkehrsunternehmen, Verwaltung, aber auch Bevölkerung – müssen verstärkt befähigt werden, sich weitreichender Zusammenhänge bewusst zu werden und vorausschauende Entscheidungen treffen zu können. Evidenzbasierte Modelle und Planungstools können herangezogen werden, um Wirkungen auf räumlicher, sozialer, ökologischer und wirtschaftlicher Ebene zu verdeutlichen. Dabei muss auf eine zielgruppengerechte Vermittlung und Veranschaulichung geachtet werden, um umfassende Bewusstseinsbildung zu erreichen.
- Förderung der Kooperationskultur: Unternehmerische Strategien müssen sich vom Konkurrenzdenken hin zur Kooperation orientieren, um die NutzerInnen in das Zentrum zu stellen und Langfristfolgen von Veränderungen des Verkehrssystems zu berücksichtigen. Rechtzeitiges proaktives Handeln der öffentlichen Hand ist erforderlich, um regulatorische und finanzielle Rahmenbedingungen im Hinblick auf Investitionssicherheit zu schaffen und kooperative Maßnahmen (z.B. Datenschnittstellen, Standards, anbieterübergreifende Services) zu forcieren. Darüber hinaus müssen klare Handlungsräume für bestehende und neue Angebote definiert werden, um den Akteuren die Zusammenarbeit zu erleichtern und gegenseitig ergänzende Verkehrsangebote (z.B. First-/Last-Mile Lösungen, Mobilitätsplattformen) zu schaffen, um Chancen der Automatisierung im Verkehr zu nutzen und Risiken zu minimieren.

4.1.3. FTI-Politik

Die Förderung der Entwicklung von neuen Technologien ist ein wichtiges Element im Kontext des digitalen Wandels des Mobilitätssektors, weshalb es wichtig ist, finanzielle und rechtliche Rahmen für Innovationen und technologische Entwicklung zu setzen. FTI wird „game-changer“ Potenzial für die Transformation in Richtung eines vernetzten und digitalisierten Verkehrs- und Mobilitätssystems zugeschrieben. Über sozio-technische Systeme hinaus macht automatisierte und digitalisierte Mobilität auch ein Umdenken der Zielgruppe der Unternehmen erforderlich.

Konkret sind folgende Maßnahmen wichtig:

- Um Entwicklungen rund um das vernetzte und autonome Fahren erfolgreich zu meistern, braucht es neue Kompetenzen in Unternehmen (für die Entwicklung digitaler Services, etc.) sowie unternehmens- bzw. branchenübergreifende Kooperation. Da Innovationen an Unternehmensgrenzen entstehen, gilt es vermehrt experimentelle Kooperationen mit „unüblichen“ Partnern wie Startups vorantreiben. Die An- bzw. Einbindung von innovativen Startups eröffnet etablierten Unternehmen im Mobilitätssektor digitale Geschäftsmodelle mit disruptivem Potenzial (z.B. für Last-Mile Lösungen im urbanen Bereich, für Informationstools auf Basis von Verkehrsdaten etc.). Die

damit verbundenen sozialen wie organisatorischen Veränderungen im einzelnen Unternehmen bzw. im entstehenden Mobilitätsökosystem setzen zunehmend vernetztes Denken und agiles Handeln mit Fokus Mensch voraus. Damit können auch existierende Stärken des österreichischen Mobilitätssektors (u.a. gut ausgebaute und moderne Verkehrsinfrastruktur, innovative Automobilzulieferindustrie, Technologieanbieter im Eisenbahnwesen) weiter ausgebaut werden.

- FTI-Politik sollte mit Verkehrs- und Mobilitätspolitik gemeinsam Innovationsprozesse mit Blick auf Erwartungen der Gesellschaft an automatisierte und digitalisierte Mobilität gestalten, Spielregeln definieren und deren Einhaltung sicherstellen (z.B. Datenschutz und -sicherheit). Im Bereich neuer digitaler Geschäftsmodelle, insbesondere Plattformlösungen, müssen bestehende Regulierungspraktiken überdacht und gegebenenfalls neu ausgerichtet werden. Als Koordinator und Moderator kann die FTI-Politik den Austausch und die konsequente Vernetzung aller Stakeholder unterstützen und etwa über die reflexive Steuerung (Governance) der Entwicklung digitaler Mobilitätsökosysteme für sich ein neues Betätigungsfeld erschließen.
- Die FTI-Förderung muss auch weiterhin auf die Entwicklung neuer, datenbasierter Produkte und Dienstleistungen für den Mobilitätssektor fokussieren. Hier geht es vor allem auch darum, gezielt neue und junge Unternehmen mit innovativen Ideen zu fördern.
- Im Kontext der FTI-Förderung gilt es, erforderliche Skills und Kompetenzen in Abstimmung mit Akteuren aus Wirtschaft und Forschung, Bildung und Arbeitsmarkt sowie Interessensverbänden vorausschauend zu monitoren und die Entwicklung entsprechender Weiter- und Fortbildungsangebote zu unterstützen. Darüber hinaus sind die Talente und Bedarfe der Zielgruppe der Jugendlichen als künftige Fachkräfte aber auch Nutzende und Gestaltende eines automatisierten und digitalisierten Mobilitätssystems zu berücksichtigen.
- Auch für die langfristige Angleichung von gesellschaftlichen Rollenerwartungen an die Geschlechter innerhalb von Innovationsprozessen im Allgemeinen und speziell im Bereich neuer digitaler Geschäftsmodelle kann die FTI-Förderung gestalterisch tätig werden. Durch spezifische Maßnahmen, die auf Vernetzung, Innovationsfähigkeit und damit einhergehende Fähigkeiten und Kompetenzen von Frauen abzielen, soll die Chancengleichheit in diesem Kontext unterstützt werden.

4.1.4. Arbeitsmarkt- und Sozialpolitik

Dem hohen und weiterwachsenden Serviceanspruch im Transport sowie der extrem hohen geforderten Flexibilität ist eine Arbeitszeit-Diskussion geschuldet, der sich die Arbeitsmarkt- und Sozialpolitik stellen muss. Die Erfüllung der verschiedenen Forderungen scheint aus heutiger Sicht entweder nur mit starker Arbeitszeitflexibilisierung möglich, oder es müssen neue Beschäftigungsmodelle entstehen, die den Entwicklungen am Mobilitätssektor entsprechen (z.B. Shared Workspaces Konzepte mit hoher Flexibilität und Erreichbarkeit durch Aufgabenteilung und Ersatz von Wegen durch Telekommunikation). Die daraus resultierenden Anforderungen an das Arbeits- und Sozialrecht müssen für den Mobilitätssektor neu definiert werden, wobei diese Neudefinition nicht nur den Mobilitätssektor umfassen dürften, sondern auch viele andere Arbeitsmarktbereiche. Eine spezifische Herausforderung stellt dabei die Chancengleichheit für Frauen und Männer dar, die derzeit im Bereich des Mobilitätssektors nur zum Teil vorhanden zu sein scheint.

Als konkrete Maßnahmen im Bereich der Arbeitsmarkt- und Sozialpolitik werden vorgeschlagen:

- Digitalisierung auf allen Seiten ernst nehmen. Digitalisierung darf nicht als „hippe Verpackung für Sozialdumping“ missbraucht werden, es müssen auf Augenhöhe die Vor- und Nachteile der Digitalisierung diskutiert werden. Dabei geht es nicht um Verhinderung von Digitalisierung (lässt sich als schleichender Prozess nicht verhindern), sondern um die Ausgestaltung von neuen Spielregeln in der Arbeitsmarkt- und Sozialpolitik im Rahmen der Digitalisierung. Die Gesellschaft befindet sich bereits mitten in einem Kulturwandel, und die Systemgrenzen (insbesondere im Bereich Mobilität) verschwimmen zunehmend (IT, Mobilität, Produktion, Logistik). Es muss verhindert werden, dass es zu einer Spaltung der Gesellschaft in DigitalisierungsgewinnerInnen und -verliererInnen kommt. Eine Möglichkeit dafür wäre dabei, dass der „Robotikrat“ dieses Thema explizit behandelt oder eine Digitalisierungs-Ethikkommission etabliert wird.
- Gestaltung des sozialen Wandels: In die Gestaltung des sozialen Wandels (der ebenfalls bereits stattfindet) müssen alle beteiligten Stakeholder (ArbeitgeberInnen, ArbeitnehmerInnen, aber auch soziales Umfeld, Familienpolitik, etc.) einbezogen werden. Es braucht einen intensiven Aushandlungsprozess zur Frage „was ist Quali-

tät der Arbeit?“ Aber auch neue Kommunikations- und Austauschplattformen zu diesen zentralen Fragen müssen berücksichtigt werden. Dabei wird es auch notwendig sein, Zielkonflikte offen anzusprechen und neue Formen der Kompensation (Entlohnung, Freizeit, etc.) zu formulieren. Auch von der ArbeitnehmerInnenseite wird verlangt werden, dass sie die Bereitschaft zeigt, Neues zu erlernen und aktiv an notwendigen Qualifizierungsprozessen teilnimmt.

- Gestaltung der gesellschaftlichen und kulturellen Faktoren, die zu Rollenerwartungen an die Geschlechter beitragen, die einer Chancengleichheit zuträglich sind. Gesellschaftliche Zuschreibungen über geschlechtsspezifische (Nicht-)Kompetenzen unterliegen einem Wandel, der gezielt unterstützt und vorangetrieben werden muss. Insbesondere die Sichtbarmachung positiver Rollenvorbilder, die Frauen erfolgreich im MINT-Bereich und im Gründungsbereich zeigen, sollte in der Öffentlichkeit vorangetrieben sowie von Unternehmen eingefordert werden.
- Neue Modelle von Unternehmen in der Mobilität: Die kurzfristige Gewinnoptimierung von Unternehmen in der Mobilität kann nicht überall zielführend sein, insbesondere dort, wo es auch um sozialen oder regionalen Ausgleich geht. Insbesondere hier müssen auch die Rahmenbedingungen des Wirtschaftens zum Teil neu überdacht werden, zum Beispiel können sich derzeit kaum Unternehmen durchsetzen, die für die Erzielung von Gewinnen mehrere Jahre Vorlaufzeit benötigen ohne von Business Angels begleitet zu werden.
- Unterstützung für gefährdete Personengruppen: Jene Personengruppen, die Gefahr laufen vom technologischen Wandel überrollt zu werden, müssen frühzeitig unterstützt werden. Unter diese Personen fallen nicht nur gering oder nicht ausgebildete ArbeiterInnen und ArbeitnehmerInnen, arbeitslose Personen oder MigrantInnen, sondern auch ältere oder in ihrer Mobilität eingeschränkte Personen. Es gilt jedenfalls zu vermeiden, dass diese Personengruppen in einem digitalisierten und automatisierten Mobilitätssektor nur noch unzureichend teilhaben können. Dementsprechend wird es arbeits- und sozialpolitische Maßnahmen benötigen, um dies zu vermeiden (z.B. spezifische Aus- und Weiterbildungen, Re-Qualifizierungen, Schulungen für ältere Personen im Umgang mit digitalen Technologien oder aber auch die Schaffung einer Digitalisierungsstelle wäre anzudenken, die es solchen Personengruppen ermöglicht sich rechtzeitig über entsprechende Aus- und Weiterbildungsangebote zu informieren oder individuelle Beratungsleistungen in Anspruch zu nehmen).
- Flexible Arbeitszeitmodelle mitgestalten: Damit flexiblere Arbeitszeiten auf Grund von Automatisierung und Digitalisierung zu einer besseren Gleichstellung von Männern und Frauen führen können, müssen diese Prozesse mitgestaltet und konkrete Rahmenbedingungen geschaffen werden, damit diese auch den Beschäftigten und nicht nur den Unternehmen zu Gute kommen. Beispielsweise darf eine Flexibilisierung der Arbeitszeit nicht bedeuten, dass die Grenzen zwischen Arbeit und Privatleben zunehmend verschwimmen, insgesamt ein höheres Arbeitsvolumen entsteht, dass nicht entsprechend entlohnt wird (Stichwort: All-in-Verträge). Hier sind die Sozial- und Arbeitsmarktpolitik sowie die Sozialpartner gefordert, entsprechende Rahmenbedingungen zu formulieren, denn nur dann wird sich Flexibilisierung sowohl für Männer als auch für Frauen positiv auswirken (z.B. Vereinbarkeit von Familie und Beruf) und zu einer besseren Gleichstellung der Geschlechter führen (vermehrte Übernahme reproduktiver Tätigkeiten von Männern).

4.1.5. Bildungspolitik

Verkehr und Mobilität sind hoch komplexe Systeme, die derzeit im tertiären Bildungssektor nicht oder nur fragmentarisch abgebildet sind. Andererseits zeigt die Erfahrung mit ersten Angeboten (z.B. dem nicht mehr existierendem Studiengang Verkehrstechnologien an der Fachhochschule Technikum Wien), dass die Studierendennachfrage ebenfalls sehr beschränkt ist. Hier wäre eine entsprechende Informationsarbeit vonnöten, um die Potentiale eines kombinierten, hochtechnologischen und stark serviceorientierten Verkehrs- und Mobilitätssektors an potentielle Zielgruppen zu vermitteln. Generell ist der Mobilitätssektor von geringer Attraktivität für Beschäftigte und Auszubildende gekennzeichnet, was zum Teil auch an den Arbeitsmarktbedingungen selbst liegt.

Weiters ist die IT-Durchdringung insbesondere des Mobilitätssektors eine Voraussetzung für dessen weitere Entwicklung – sei es anhand entsprechender Hardware-naher IT in Kombination mit Sensorik und Robotik, die (teil-)automatisiertes Fahren erst ermöglicht, sei es durch entsprechende Steuerungen für Verkehrsleitsysteme, oder sei es auch durch Plattform-übergreifende Ticketing-Systeme im ÖPNV. IT wird in allen Mobilitätsbereichen in Zukunft eine noch größere Rolle spielen, sodass IT-Grundverständnis generell eine Grundvoraussetzung für die Beschäftigung im Mobilitätssektor darstellen wird. Da dies aber nicht nur den Mobilitätssektor betrifft, sondern auch nahezu alle anderen Arbeitssektoren, wäre

eine entsprechende IT-Grundausbildung bereits im Primar- und Sekundarschulwesen anzustreben (ähnlich einer generellen Alphabetisierung, Stichwort „digital literacy“).

Ein weiterer Aspekt, der in Zukunft berücksichtigt werden sollte, ist die wachsende Serviceorientierung im gesamten Mobilitätssektor. Dieser sollte bereits in der Ausbildung Rechnung getragen werden, z.B. durch Sensibilisierung auf Kundenorientierung, sektorübergreifende Zusammenarbeit und Kommunikation, Teamorientierung und Managementorientierung.

Da die gesamte langfristige Entwicklung relativ unsicheren Parametern unterliegt, was die Details der Entwicklungsrichtungen (z.B. politische Einflussnahme auf einzelne Rechtsbereiche, die dann Auswirkungen auf den gesamten Mobilitätssektor haben werden) betrifft, wäre die Bildungspolitik auch gut beraten, flexibel auf kurzfristige Änderungen zu reagieren. Das heißt, dass einer breiteren Grundausbildung unterschiedliche Phasen des Lernens während der Berufstätigkeit folgen könnten, die im Optimalfall – modular gestaltet – zu flexiblen Berufsbildern führen.

Konkrete Empfehlungen lauten dementsprechend:

- Förderung der Zusammenarbeit aller betroffenen Stakeholder (Sozialpartner, Mobilitätsbetriebe, ArbeitnehmerInnen, Bildungsträger, technische InnovatorInnen) für die Bedarfsbestimmung neuer Berufsbilder und damit auch eventuell neuer oder geänderter Bildungsangebote für den Mobilitätssektor, bzw. auch darüber hinaus, für die verstärkte Abdeckung von IT-Grundkenntnissen in der Primar- und Sekundarstufe in Form einer „neuen“ oder „parallelen“ Alphabetisierung. Diese „digitale Grundkompetenz“ wird in Zukunft in allen Arbeitsmarktsektoren benötigt werden und ist eine Voraussetzung für die Entwicklung neuer bzw. die Weiterentwicklung bestehender Berufsbilder im Mobilitätssektor.
- Gemeinsame Definition von Rahmenbedingungen, die es braucht, damit bei jungen, innovativen Menschen das Interesse für den Mobilitätssektor als Ausbildungs- bzw. Studienbereich geweckt werden kann. Dies umfasst nicht nur die Attraktivierung und Bewerbung bestehender Ausbildungen und Studien, sondern auch die Attraktivierung von entsprechenden Berufsbildern am Arbeitsmarkt, die das Interesse von jungen Menschen wecken.

Formulierung und Entwicklung neuer Grundausbildungen für den Mobilitätssektor, in denen Interdisziplinarität, Service-Orientierung und Social Skills im Vordergrund stehen, als Basis für breite Beschäftigungsmöglichkeiten im Mobilitätssektor, die in weiterer Folge in bestimmte Spezialrichtungen vertieft werden können (in Form von berufsbegleitender Weiterbildung bzw. Lernphasen während der Berufstätigkeit). Diese Grundausbildungen sollten die Ausbildung von „GeneralistInnen mit gewissem Ausmaß an Spezialwissen für den Mobilitätssektor“ zum Ziel haben, mit einer Verknüpfung von technischen, sozialen und sektorspezifischen Kompetenzen, auch auf die Gefahr hin, dass AbsolventInnen in andere Arbeitsmarktsektoren wechseln können. Weiters sollte danach getrachtet werden, dass derartige Berufsbilder auch internationale Anerkennung finden, d.h. sie sollten bereits international entwickelt werden. Dabei ist es auch notwendig, über Gremien zu verfügen, die eine Antizipation entsprechender Kompetenzprofile rasch und flexibel vornehmen und Entwicklungen im Bildungssektor anstoßen können.

- In Hinblick auf die Schiefelage zwischen Männern und Frauen in technischen Berufen sollten bildungspolitische Maßnahmen gesetzt werden, um Frauen bzw. Mädchen bereits frühzeitig für technische Berufe zu begeistern. Hier ist insbesondere ein Umdenken in der Unterrichtspraxis notwendig, die mitunter immer noch von stereotypen Geschlechterrollen ausgeht und entsprechend zu wenig individualisierte und differenzierte Förderung der SchülerInnen anbietet. Hierbei spielen Pädagogen und Pädagoginnen eine wichtige Rolle, die im Rahmen der Aus- und Weiterbildung entsprechend vorbereitet werden sollten. Weiters sollten bereits bestehende Initiativen FiT (Frauen in Technische Berufe), MINT Gütesiegel, M.U.T (Mut zur Technik) oder Girls Day u.ä. entsprechend gefördert, weitergeführt und ausgebaut werden.
- Weiterbildung wird im Mobilitätssektor in Zukunft unter anderem die Rolle einer flexiblen Spezialisierung für eine spezifische Berufstätigkeit haben. Das heißt, dass aufbauend auf einer breiten Grundausbildung, dynamische Berufsfelddefinitionen einem dynamischen Weiterbildungskonzept zugrunde liegen. Qualifizierung sollte somit Teil der Arbeitsmarkt- und Beschäftigungspolitik sein, die für Berufstätige und arbeitslos gemeldete Personen gleichermaßen ein „Upskilling“ in spezifischen Zukunftsbereichen des Mobilitätssektors ermöglicht; auch genderspezifische Maßnahmen sind hier notwendig, um insbesondere den Wiedereinstieg nach Kinderbetreuungspflichten in den Arbeitsmarkt durch Qualifizierung zu fördern. Dazu ist sowohl eine Modularisierung von Bildungsmaßnahmen notwendig (mit anbieterübergreifenden Abstimmungen zwischen den Modulen), aber auch die Gewährleistung einer hohen Durchlässigkeit von Bildungsmaßnahmen.

- Ebenfalls im Bereich der Weiterbildung sollte auch IT-spezifisches Upskilling stattfinden, um den Zugang zu bzw. die Verwendung von sich stark ändernden technischen Grundlagen im Mobilitätssektor für alle ArbeitnehmerInnen zu ermöglichen. Gerade über diese Form der Maßnahmen könnten auch Unternehmen selbst in die Pflicht genommen werden, ihre Weiterbildungsmaßnahmen mit dem gesamten Qualifizierungspaket (siehe vorhergehende Empfehlung) abzustimmen, z.B. in Form von zur Verfügung gestellten technischen Aufgaben. Hier könnte die Wirtschaftskammer als starker Akteur den Lead übernehmen.
- Da sich viele Berufsbilder im Mobilitätssektor stark inhaltlich verändern werden, sind entsprechende Förderungen für Umschulungsmaßnahmen vorzusehen. Dabei ist zu beachten, dass es keine Förderungsmaßnahmen in Berufen gibt, die als solche in Zukunft nicht mehr benötigt werden. Es wäre aus Sicht vieler Stakeholder im Mobilitätssektor notwendig, die Förderungslandschaft in Österreich für Umschulungsmaßnahmen zu vereinheitlichen, da es hier große Unterschiede zwischen den Bundesländern gibt.
- Spezifische Aus- und Weiterbildungsmaßnahmen sollte es insbesondere für Führungskräfte im Mobilitätssektor geben, die einerseits die internationale Dimension des Sektors mit abdecken, andererseits aber auch die Herausforderungen der Digitalisierung für die gesamte Unternehmensentwicklung mit berücksichtigen. Dazu ist es auch notwendig, sich mit alternativen wirtschaftlichen Ansatzpunkten auseinanderzusetzen: Manche Entscheidungen für Mobilitätsbetriebe haben eine langfristige Dimension, die der Maxime der kurzfristigen Gewinnorientierung widerspricht – hier sind entsprechende langfristige strategische Konzepte notwendig, die von der Managementebene entwickelt und getragen werden.

4.2. Schlussfolgerungen für Unternehmen

Unternehmen des Mobilitätssektors sind divers und umfassen öffentliche Unternehmen, etablierte Transportunternehmen, Dienstleistungsanbieter bis hin zu Startups. Trotz unterschiedlicher Eigentümerstrukturen, Zielsetzungen und Unternehmensgröße stehen sie alle vor der Herausforderung, Möglichkeiten digitaler Technologien nutzbar zu machen und den sich abzeichnenden Wandel proaktiv zu gestalten, zumal in den Zukunftsszenarien ein zunehmendes Verschwinden der Rollen von privaten und öffentlichen Akteuren im Mobilitätsbereich erwartet wird. Die digitale Transformation erfordert entsprechend vielfältige Maßnahmen, neuartige Geschäftsmodelle und Kooperationsformen. Folgende wichtige Handlungsfelder ergeben sich für Unternehmen:

- Bei der Entwicklung von neuen technologiebasierten Anwendungen und Lösungen sollte die KundInnenorientierung und gesellschaftliche Wirkungen im Zentrum stehen. Digitalisierung und Automatisierung eröffnet neue Möglichkeiten, Mobilitätsanforderungen und -wünsche zu erfüllen. Dabei sind neuartige Kooperationen notwendig, um verkehrsträgerübergreifende Angebote und Services (Intermodalität) entwickeln zu können, aber auch um die konkrete Rolle dieser neuen Angebote im Hinblick auf die Wirkung auf das Gesamtsystem definieren zu können. Methoden wie Service-Design, Design Thinking und Open Innovation können dabei helfen, innovative Lösungen zu entwickeln und unterschiedliche Akteure einzubinden. Bei der Entwicklung digitaler Lösungen spielt ferner das User-Interface und die User Experience eine zentrale Rolle, entsprechend ist auch diesem Thema verstärkt Aufmerksamkeit zu schenken.
- Insgesamt stehen alle Unternehmen und vor allem etablierte Unternehmen des Mobilitätssektors vor der Herausforderung, Innovationsprozesse aufzusetzen und das Innovationsmanagement zu professionalisieren. Die Entwicklung von neuen Produkten und Services erfolgte bislang in vielen Unternehmen ad hoc und wenig systematisch. Entsprechend ist auch hier vielerorts die Innovationskultur in den Unternehmen zu fördern, was ein entsprechendes Commitment von Seiten der Geschäftsführung und eine explizite Innovationsstrategie erfordert.
- Automatisierung und Digitalisierung ermöglichen und erfordern häufig die Entwicklung von neuen Geschäftsmodellen. Die digitale Transformation des Mobilitätssektors und die Nutzbarmachung des Potentials neuer Technologien verlangen vielfach Geschäftsmodelle (Bsp. Sharing-Modelle), deren Entwicklung und Umsetzung Unternehmen auch aufgrund etablierter Routinen und Kulturen vor große Herausforderungen stellt. Für die Entwicklung und Umsetzung innovativer Produkte, Services und Geschäftsmodelle ist die Kooperation zwischen Startups und etablierten Unternehmen eine vielversprechende Strategie. Auch hier gibt es vielfältige Formen der Kollaboration (Bsp. Corporate Incubation, Co-Working Spaces, Lean Startup, Open Data), die von den AkteurInnen aufgegriffen werden können.

- Die Entwicklung und Durchsetzung neuartiger Technologien und deren Anwendungen erfordern spezifische Kooperationen, um technischen Standardisierungen und den Datenaustausch zu organisieren. Nur eine abgestimmte Vorgehensweise zwischen allen AkteurInnen ermöglicht die Entwicklung innovativer Lösungen. Hier braucht es auch verstärkte Unternehmenskooperationen im intermodalen Verkehr in Hinblick auf Service-, Hilfe- und Assistenzleistungen. In diesem Zusammenhang kann auch auf das Thema Datenschutz und Cyber Security verwiesen werden, wofür entsprechende Lösungen gefunden werden müssen. Ohne entsprechende Sicherheitsstandards und Datenstrategien ist eine weitreichende Realisierung von Automatisierung fragwürdig bzw. nicht denkbar.
- Qualifizierte MitarbeiterInnen und die Schaffung einer zeitgemäßen Arbeitsumgebung sind ein Schlüsselfaktor für eine gelingende digitale Transformation und die Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen. Höherqualifizierung und Empowerment der MitarbeiterInnen sind entsprechend als Leitbilder der betrieblichen Weiterbildung und der Arbeitsorganisation zu verankern. Die aktive und zeitgerechte Einbindung der MitarbeiterInnen steigert dabei nicht nur die Akzeptanz, sondern auch die Effektivität der getroffenen Maßnahmen zur Re-Qualifizierung und Anpassung der Arbeitsumgebung. Betriebliche Weiterbildungsmaßnahmen müssen insbesondere folgende Bereiche umfassen: Vernetztes Denken, Kreativität, Teamfähigkeit, IT-Skills, bereichs- und betriebsübergreifendes Wissen, Technikverständnis und soziale Kompetenz. Unternehmen sind im Zuge der Organisation der Aus- und Weiterbildung auch gefordert, sich aktiv in Prozesse der Definition der Anforderungen an Mobilitätsberufe einzubringen, wofür eine verstärkte Abstimmung zwischen privaten und öffentlichen Institutionen (siehe auch oben) essentiell ist.
- Schließlich sind Unternehmen auch gefordert, selbst innovative Arbeitszeitmodelle zu etablieren, die auch eine höhere Flexibilität und Wahlmöglichkeiten der MitarbeiterInnen in Hinblick auf Arbeitszeit und Arbeitsort ermöglichen.

5. Referenzen

- Acatech, Körber Stiftung (2018). Technikradar 2018. Was die Deutschen über Technik denken. Schwerpunkt: Digitalisierung. https://www.koerber-stiftung.de/fileadmin/user_upload/koerber-stiftung/redaktion/technikradar/pdf/2018/Technikradar-2018_Langfassung.pdf
- Aeppli, M., Angst, V., Iten, R., Kaiser, H., Lüthi, I., & Schweri, J. (2017). Die Entwicklung der Kompetenzanforderungen auf dem Arbeitsmarkt im Zuge der Digitalisierung. Zollikofen/Zürich: Eidgenössisches Hochschulinstitut für Berufsbildung EHB.
- Alberts, V., Dirnwöber, M., Kressler, F., Liebermann, J., Stupnik, K. (2016): Vom Intelligenten Verkehrssystem zum Integrierten Mobilitätssystem. Einfach, vernetzt, digital und nachhaltig. Forschung | Technologie | Innovation Handlungsoptionen 2020+, ITS Austria, Wien.
- Apt, W., Bovenschulte, M., Hartmann, E., & Wischmann, S. (2016). Foresight-Studie „Digitale Arbeitswelt“ für das Bundesministerium für Arbeit und Soziales. Berlin: Institut für Innovation und Technik.
- Arntzs, M.; Gregory, T.; Zierahn, U. (2018). Digitalisierung und die Zukunft der Arbeit: Makroökonomische Auswirkungen auf Beschäftigung, Arbeitslosigkeit und Löhne von morgen. Mannheim, Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung.
- Baier, J., Berggrath, J., Mack, C. (2013). Zukunft des Berufskraftfahrers: Konsequenzen für die Logistik im Jahre 2025. Studie, Hochschule Furtwangen University. <http://docplayer.org/43340451-Zukunft-des-berufskraftfahrers-konsequenzen-fuer-die-logistik-im-jahre-studie.html>
- Ballot, E., Montreuil, B., Meller, R. D. (2014): The Physical Internet. The Network of Logistics Networks. Paris: La Documentation française.
- Baums, A., Schössler, M., Scott, B. (Hg.) (2015). Kompendium Industrie 4.0. Kompendium Digitale Standortpolitik, Band 2. <http://plattform-maerkte.de/wp-content/uploads/2015/11/Kompendium-High.pdf>
- CARTRE (2017). Overview Automated Road Transport Roadmaps, Pilots and Test Sites, H2020-ART-2016-RTD CSA 724086, Brussels.
- Christidis P., Navajas E., Brons M., Schade B., Mongeli I., Soria A. (2014). Future employment in transport. Analysis of labour supply and demand. JRC Technical Reports, Report EUR 26978 EN.
- CILT (2011). Logistics and transport - VISION 2035: a report on the future of logistics and transport in the UK. Chartered Institute of Logistics & Transport. <https://ciltuk.org.uk/Portals/0/Documents/About%20Us/Vision2035.pdf>
- Clausen, U., Holloh, K.-D., Kaow, M. (2014). Visions of the Future: Transportation and Logistics 2030. Fraunhofer IML.
- Curry, A., Hodgson, T., Kelnar, R., Wilson, A. (2006). Intelligent Infrastructure Futures: The Scenarios – Towards 2055. Foresight report, Office of Science and Technology. http://81.47.175.201/livingrail/docs/2006_Intelligent_Infrastructure_Futures_The_Scenarios_Towards_2055.pdf
- Davydenko, I., Gijsbers, G., Leis, M., Maier, D., Verweij, K., Li, X., Zee, F. (2009). Investing in the Future of Jobs and Skills Scenarios, implications and options in anticipation of future skills and knowledge needs. EC, Sector Report Transport and Logistics.
- Dengler, K.; Matthes, B. (2015). Folgen der Digitalisierung für die Arbeitswelt. Substituierbarkeitspotenziale von Berufen in Deutschland. IAB-Forschungsbericht 11/2015.
- DHL (2012). Delivery Tomorrow - Logistics 2050 - A Scenario Study. http://www.dhl.com/content/dam/Local/Images/g0/aboutus/SpecialInterest/Logistics2050/szenario_study_logistics_2050.pdf

- DHL (2016). Logistics Trend Radar. DHL Trend Research. http://www.dhl.com/content/dam/downloads/g0/about_us/logistics_insights/dhl_logistics_trend_radar_2016.pdf
- EC (2009). Report on Transport Scenarios with a 20 and 40 Year Horizon. TransVision Report. https://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/themes/strategies/studies/doc/future_of_transport/2009_02_transvisions_task1.pdf
- EC (2015). Fact-finding studies in support of the development of an EU strategy for freight transport logistics. Lot 1: Analysis of the EU logistics sector. <https://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/themes/strategies/studies/doc/201501freight-logistics-lot1-logistics-sector.pdf>
- EC (2016). GEAR 2030: Roadmap on Highly Automated vehicles. Discussion Paper. <https://circabc.europa.eu/sd/a/a68ddbba0-996e-4795-b207-8da58b4ca83e/Discussion%20Paper%C2%A0-%20Roadmap%20on%20Highly%20Automated%20Vehicles%2008-01-2016.pdf>
- EC (2017). Connected and Automated Transport - Expert Group Report. http://ec.europa.eu/newsroom/horizon2020/document.cfm?doc_id=46276
- Ecola, L., Zmud, J., Gu, K., Phleps, P., Feige, I. (2015). The Future of Mobility: Scenarios for China in 2030. Santa Monica, CA: RAND Corporation, 2015. https://www.rand.org/pubs/research_reports/RR991.html
- Fischer, R. (2011). Zukunftsbranche Mobilität. Broschüre Aus- und Weiterbildung, WKO. https://www.wko.at/branchen/k/transport-verkehr/Zukunftsbranche_Mobilitaet_web.pdf
- Forum for the Future (2010). megacities on the move: your guide to the future of sustainable urban mobility in 2040. <https://www.forumforthefuture.org/sites/default/files/project/downloads/megacitiesfullreport.pdf>
- Frey, C., & Osborne, M. (2013). The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation?
- Froböse, F., Kühne, M. (2013). Mobilität 2025 – Unterwegs in der Zukunft. Studie des GDI Gottlieb Duttweiler Institute im Auftrag der Schweizerischen Bundesbahnen SBB. <http://gdi.ch/de/Think-Tank/Studien/ProductDetail/532>
- Harrer, M. (2016). Automatisiertes Fahren. ASFINAG, Wien
- IRC (2017). Transport and Logistics; Skills Forecast. Key Findings Discussion Paper. Transport and Logistics Industry Reference Committee (IRC), Australian Industry Standards. <http://www.australianindustrystandards.org.au/wp-content/uploads/2017/03/TLI-Key-Findings-Paper-2017V1.1.pdf>
- Kajtna, N., Fielitz, J., Reidl, S. (2014). Mobility4U - Attraktive Berufsorientierungsformate im fti-orientierten Mobilitätssektor. ÖGUT Studienbericht. https://www.oegut.at/downloads/pdf/Endbericht_Mobility4U.pdf
- Kasztler, A., Wagner, P., Wepner, B., (2017): Austrian research, technology and innovation (RTI) competences in the domain of „Physical Internet and transport logistics“, Studie erstellt im Auftrag des BMVIT und der FFG, Wien.
- Lah, O. (2016). Sustainable development synergies and their ability to create coalitions for low-carbon transport measures. Transportation Research Procedia, Volume 25, 2017, Pages 5083-5093. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352146517308098>
- Lang, N., Rößmann, M., Mei-Pochtler, A., Dauner, T., Komiya, S., Mosquet, X., Doubara, X. (2016). Self-Driving Vehicles, Robo-Taxis, and the Urban Mobility Revolution. The Boston Consulting Group. <https://www.bcg.com/de-at/publications/2016/automotive-public-sector-self-driving-vehicles-robo-taxis-urban-mobility-revolution.aspx>

- Lemmer, K. (Hrsg.) (2016). Neue autoMobilität: Automatisierter Straßenverkehr der Zukunft. acatech STUDIE. https://www.acatech.de/fileadmin/user_upload/Baumstruktur_nach_Website/Acatech/root/de/Publikationen/Projektberichte/acatech_Studie_Neue-autoMobilitaet_WEB.PDF
- Löffler, R. (2017). Digitalisierung – Bedrohung oder Chance für ArbeitnehmerInnen? OeAD-Forum Bildung und Arbeitswelt, 6. September 2017.
- Lueghammer, W., Schachinger, W., Schwarzbauer, W., Dieplinger, M., Kummer, S., Vogelauer, C., Moser, R., Tihanyi, C. (2016). IND4LOG4 - Industrie 4.0 und ihre Auswirkungen auf die Transportlogistik. Studienendbericht, Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie. <https://www.bmvit.gv.at/innovation/publikationen/verkehrstechnologie/downloads/ind4log.pdf>
- Lueghammer, W., Schwarzbauer, W., Dieplinger, M., Kummer, S., Vogelauer, C., Moser, R., Tihanyi, C. (2015). IND4LOG4 - Industrie 4.0 und ihre Auswirkungen auf die Transportlogistik. Studienzwischenbericht, Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie. <https://www.bmvit.gv.at/innovation/publikationen/verkehrstechnologie/downloads/ind4log.pdf>
- Lyons, G., Davidson, C. (2016). Guidance for transport planning and policymaking in the face of an uncertain future. Transportation Research Part A: Policy and Practice, Volume 88, June 2016, Pages 104-116. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0965856416302555>
- Macaulay, J., Buckalew, L., Chung, G. (2015). Internet of Things in Logistics. DHL Trend Report, DHL Trend Research, Cisco Consulting Services. http://www.dhl.com/content/dam/Local/Images/g0/New_aboutus/innovation/DHL-TrendReport_Internet_of_things.pdf
- Marletto, G. (2014). Car and the city: Socio-technical transition pathways to 2030. Technological Forecasting and Social Change, Volume 87, September 2014, Pages 164-178. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S004016251300320X>
- McKinsey (2016). Delivering change: The transformation of commercial transport by 2025. Advanced Industries, McKinsey&Company. https://www.ttm.nl/wp-content/uploads/2016/09/McKinsey_Delivering-Change_s.pdf
- Meil, P. (2016). Digitale Arbeit, digitale Beschäftigung und die Zukunft des Arbeitsmarkts: Eine soziologische Perspektive. In N. Düll, Arbeitsmarkt 2030. Digitalisierung der Arbeitswelt. Fachexperten zur Prognose 2016 (S. 141). München: Economix Research & Consulting.
- Millonig, A. (2014). Salvation or Frustration: Potential Impact of Automated Vehicles on Mobility Behaviour Patterns. Invited talk, 3rd International Conference on Connected Vehicles & Expo (ICCVE 2014), 3-7 Nov 2014, Vienna, Austria;
- Millonig, A. (2017): Die menschliche Seite autonomen Fahrens. Wirtschaft & Umwelt, 1/2017, S. 14-17.
- Nagl, W., Titelbach, G., & Valkova, K. (2017). Digitalisierung der Arbeit: Substituierbarkeit von Berufen im Zuge der Automatisierung durch Industrie 4.0. Wien: IHS - Institut für Höhere Studien.
- Nikowitz, M. (2015). Fully Autonomous Vehicles. BMVIT, Wien.
- Nitsche, P. (2017). via-autonom. AIT Austrian Institute of Technology, Wien.
- Nowak, G., Maluck, J., Stürmer, C., Pasemann, J. (2016). The era of digitized trucking: Transforming the logistics value chain. PwC report, Strategy&. <https://www.strategyand.pwc.com/media/file/The-era-of-digitized-trucking.pdf>
- OECD (2015). Urban Mobility System Upgrade: How shared self-driving cars could change city traffic. Corporate Partnership Board, International Transport Forum

- RACE2050 (2015). Between dark scenarios and a bright future. Aiming for a 2050 Sustainable and Competitive European Transport Industry, RACE2050 project funded by EC, TUB, Berlin. http://www.race2050.org/fileadmin/files_race2050/Images/RACE2050_FINAL_BROSCHURE.pdf
- RBSC (2013). Connected Mobility 2025. think:act study, Roland Berger Strategy Consultants. https://www.rolandberger.com/de/Publications/pub_connected_mobility_2025.html
- RBSC (2016). Automated Trucks: The next big disruptor in the automotive industry? Study, Roland Berger Strategy Consultants. https://www.rolandberger.com/de/Publications/pub_automated_trucks_the_next_big_disrupter_in_the_automotive_industry.html
- Rohr, C., Ecola, L., Zmud, J., Dunkerley, F., Black, J., Baker, E. (2016). Travel in Britain in 2035: Future scenarios and their implications for technology innovation. Innovate UK, 2016. https://www.rand.org/pubs/research_reports/RR1377.html.
- Spath, D. (Hrsg.), Ganschar, O., Gerlach, S., Hämmerle, M., Krause, T., Schlund, S. (2013). Produktionsarbeit der Zukunft - Industrie 4.0. Studie, Fraunhofer Verlag. https://microsites.schott.com/d/studentchallenge/c7d319bc-3fd9-40d2-85c2-636906b2c2f0/1.0/produktionsarbeit_der_zukunft_-_industrie_4_0_fraunhofer_studie.pdf
- Störmer, E., Patscha, C., Prendergast, J., Daheim, C., Rhisiart, M., Glover, P., Beck, H. (2014). The Future of Work Jobs and Skills in 2030. UK Commission for Employment and Skills, Evidence Report 84. https://www.oitcenterfor.org/sites/default/files/file_publicacion/thefutureofwork.pdf
- Stroh, S., Prümm, D. (2016). Transport und Logistik Kompass: Fünf disruptive Trends verändern die Logistik. PwC Bericht, Strategy&. <https://www.strategyand.pwc.com/media/file/Transport-und-Logistik-Kompass.pdf>
- Tipping, A., Kauschke, P. (2016). Shifting patterns – The future of the logistics industry. PwC report. <https://www.pwc.com/sg/en/publications/assets/future-of-the-logistics-industry.pdf>
- Tipping, A., Schmahl, A., Duiven, F. (2016). 2016 commercial transportation trends, Strategies freight carriers can use to defeat disruptors. PwC report, Strategy&. <https://www.strategyand.pwc.com/media/file/2016-Commercial-Transportation-Trends.pdf>
- Townsend, A. (2014): Re-Programming Mobility: The Digital Transformation of Transportation in the United States. Rudin Center for Transportation Policy & Management. <http://reprogrammingmobility.org/wp-content/uploads/2014/09/Re-Programming-Mobility-Report.pdf>
- Urry, J., Birtchnell, T., Caletrio, J., Pollastri, S. (2014). Living in the city. Future of Cities: working paper. https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/336660/14-801-living-in-the-city.pdf
- WEF (2016). Digital Transformation of Industries: Logistics Industry. White Paper, World Economic Forum. <http://reports.weforum.org/digital-transformation/wp-content/blogs.dir/94/mp/files/pages/files/dti-logistics-industry-white-paper.pdf>
- WKO (2017). Die österreichische Verkehrswirtschaft in Zahlen – Daten und Fakten 2017. Bundessparte Transport und Verkehr. <https://www.wko.at/branchen/transport-verkehr/die-oesterreichische-verkehrswirtschaft-2017.pdf>
- Zajicek, J., Sedlacek, N. (2018): SoZA – Soziale und organisatorische Auswirkungen zunehmender Automatisierung im österreichischen Güterverkehrssystem, BMVIT, Juni, Wien.
- Zmud, J., Ecola, L., Phleps, P., Feige, I., (2013). The Future of Mobility: Scenarios for the United States in 2030. Santa Monica, CA: RAND Corporation. https://www.rand.org/pubs/research_reports/RR246.html
- Zweck, A., Holtmannspötter, D., Braun, M., Cuhls, K., Hirt, M., Kimpeler, S. (2015). Forschungs- und Technologieperspektiven 2030. Ergebnisband 2, VDI Technologiezentrum. https://www.bmbf.de/files/VDI_Band_101_C1.pdf

6. Anhang

6.1. Liste der an der Konsultation teilnehmenden Unternehmen und Organisationen

6.1.1. ExpertInnenengespräche

Tabelle 10: Liste der Unternehmen und Organisationen mit denen ExpertInnenengespräche geführt wurden

Unternehmen und Organisation
FH St. Pölten
FH Technikum Wien
Flughafen Wien (3 ExpertInnenengespräche)
IITF – Institut für Innovations- und Trendforschung
STIC Unternehmensberatung
WKO
Zentralverband Spedition und Logistik

6.1.2. ExpertInnenworkshops

Tabelle 11: An den Workshops teilnehmende Unternehmen und Organisationen

Unternehmen und Organisationen
Agentur für Passagier- und Fahrgastrechte
Arbeiterkammer Salzburg
Arbeiterkammer Wien
Austrian Airlines AG
Austriatech
AustriaTech GmbH
Blaguss Alps GmbH
Bundesministerium für Arbeit, Soziales, Gesundheit und Konsumentenschutz
Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung
Bundesministerium für Digitalisierung und Wirtschaftsstandort
Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie
Car2go Österreich GmbH
EURAIL
FH Steyr
Flughafen Wien AG
Graz Köflacher Bahn
Hafen Wien

HiTeC Marketing
Institut für Bildungsforschung der Wirtschaft
IST Vienna Region
LKW Walter
next level mobility GmbH
ÖAMTC
ÖBB Holding AG
ÖBB Infrastruktur AG
ÖBB Personenverkehr AG
Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft mbH
Pro-Ge
Raaberbahn AG
RailCargo Austria AG
Research & Data Competence
Rosinak & Partner ZT GmbH
Salzburg AG für Energie, Verkehr und Telekommunikation
Salzburg Research Forschungsgesellschaft mbH
Schienen Control GmbH
Stadt Salzburg
Stadt Wien
tbw research GmbH
Technische Universität Wien
Universität für Bodenkultur
VAO
Venz Logistik
Verkehrsverbund Tirol GbmH
Verkehrsverbund Tirol GesmbH
Via donau
Wiener Linien
Wiener Stadtwerke
Wirtschaftskammer Österreich
Wirtschaftskammer Transport
Wirtschaftsuniversität Wien
Zentralverband Spedition und Logistik

