

Innovation Network

FutureCar

AKZEPTANZSTUDIE »MOBILITY TRENDS«

Internationaler Vergleich der Nutzerakzeptanz hinsichtlich neuer Mobilitätstrends



FutureCar

Das Innovationsnetzwerk FutureCar:

Innovationschancen für die Automobilindustrie auf dem Weg zur nachhaltigen und digitalisierten Mobilität

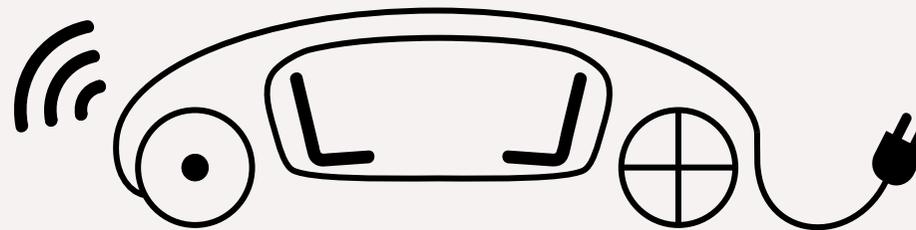
Die Automobilindustrie befindet sich aktuell in der größten Transformation ihrer bisherigen Geschichte und ist derzeit wie kein anderer Industriezweig von dynamischen und unsicheren Entwicklungen geprägt. Die technologischen Zukunftsfelder der Automobilindustrie, zu welchen ohne Zweifel die Elektrifizierung des Antriebsstrangs, die Automatisierung von Fahrfunktionen sowie die Vernetzung der Fahrzeuge zählen, erfordern neue Kompetenzen und Wertschöpfungsanteile bei traditionellen Herstellern und Zulieferern. Hinzu kommen sich verändernde Kundenanforderungen, neue Wettbewerber, volatile und schwer vorhersehbare Marktentwicklungen oder radikale neue Mobilitätskonzepte wie Microscooter, Hyperloops und Urban Air Mobility Konzepte. Diese neuen Themenfelder und Trends fordern die Unternehmen auf, durch stetige Innovationen ihre Wettbewerbsfähigkeit aufrecht zu erhalten.

Um diese Bandbreite an zukünftigen Entwicklungspfaden zu erschließen, wurde das Innovationsnetzwerk »FutureCar« bereits im Jahr 2009 ins Leben gerufen. Unter der Leitung des Fraunhofer IAO werden seither mit zahlreichen Akteuren gemeinschaftlich, im Sinne eines vorwettbewerblichen Ansatzes, technologische Veränderungen im Automotive-Bereich erforscht und für die Partner im Verbund nutzbar gemacht. Durch regelmäßige Netzwerkaktivitäten und durch die wissenschaftliche Unterstützung im Bereich des Technologiemanagements, wird das Know-how der Partner um erforderliche Kompetenzen fortlaufend erweitert und somit ein klarer Wettbewerbsvorsprung vor den anderen Marktakteuren erarbeitet.

www.muse.iao.fraunhofer.de/futurecar

AKZEPTANZSTUDIE »MOBILITY TRENDS«

Internationaler Vergleich der Nutzerakzeptanz hinsichtlich neuer Mobilitätstrends



AKZEPTANZSTUDIE »MOBILITY TRENDS« Internationaler Vergleich der Nutzerakzeptanz hinsichtlich neuer Mobilitätstrends

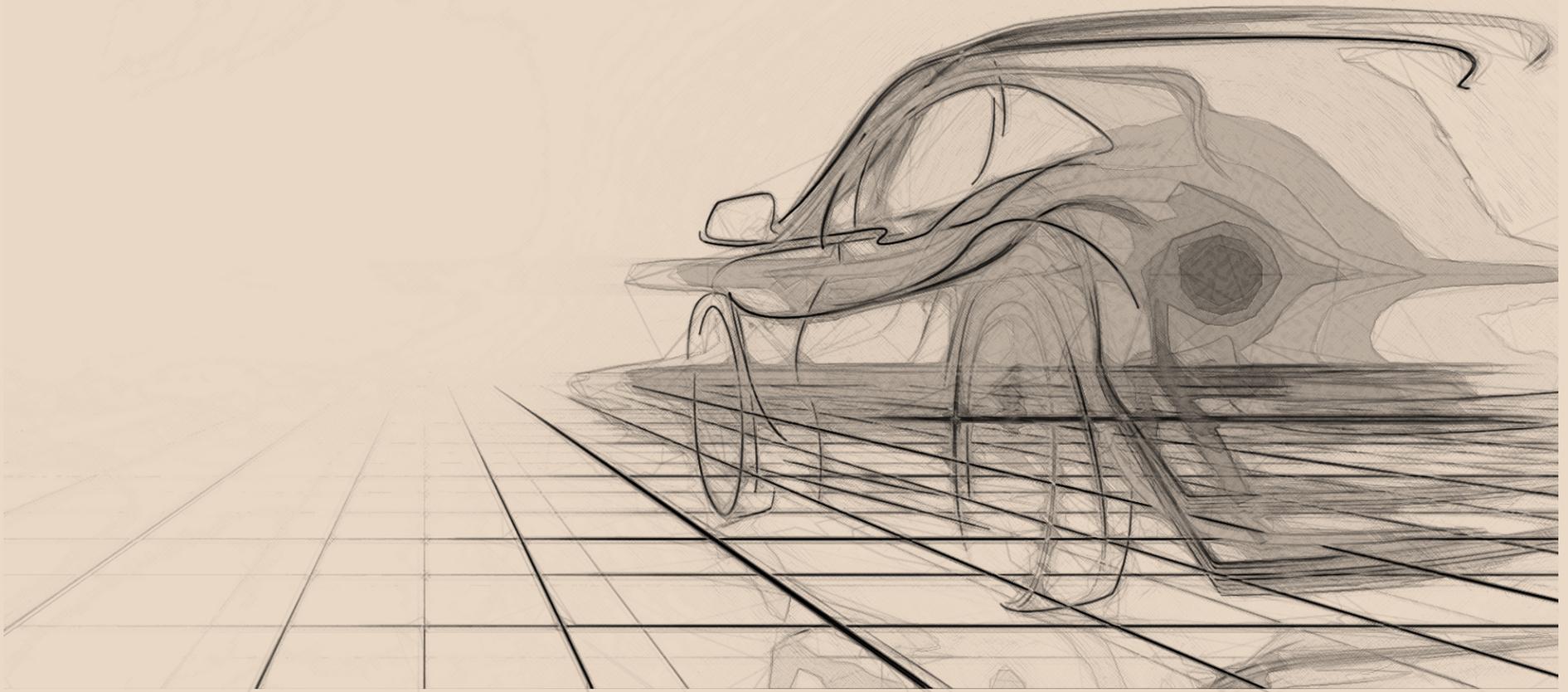
Maximilian Werner und Florian Albert

INNOVATIONSNETZWERK FUTURECAR

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR ARBEITSWIRTSCHAFT UND ORGANISATION IAO
Nobelstraße 12, 70569 Stuttgart



1. Einleitung	6
2. Vorgehensweise	8
2.1 Technology Readiness Level der Technologiefelder	9
2.2 Stichprobenbeschreibung	10
3. Technologiefelder	12
3.1 Elektrifiziertes Auto	14
3.1.1 Status quo	14
3.1.2 Ergebnisse der Nutzerbefragung	16
3.1.3 Fazit	18
3.2 Automatisiert fahrendes Auto	20
3.2.1 Status quo	21
3.2.2 Ergebnisse der Nutzerbefragung	24
3.2.3 Fazit	27
3.3 Vernetzte Mobilitätsdienste	28
3.3.1 Status quo	29
3.3.2 Ergebnisse der Nutzerbefragung	32
3.3.3 Fazit	35
3.4 E-Tretroller	36
3.4.1 Status quo	37
3.4.2 Ergebnisse der Nutzerbefragung	40
3.4.3 Fazit	43
3.5 Hyperloop	44
3.5.1 Status quo	45
3.5.2 Ergebnisse der Nutzerbefragung	48
3.5.3 Fazit	51
3.6 Autonome Flugtaxis	52
3.6.1 Status quo	53
3.6.2 Ergebnisse der Nutzerbefragung	56
3.6.3 Fazit	59
3.7 Virtuelle Mobilität	60
3.7.1 Status quo	61
3.7.2 Ergebnisse der Nutzerbefragung	64
3.7.3 Fazit	66
4. Zusammenfassung	68
5. Literaturverzeichnis	72
Kontakt	79



1. Einleitung

Die vorliegende Studie befasst sich im Wesentlichen mit der Mobilität der Zukunft, genauer gesagt mit den diesbezüglichen Erwartungen vonseiten der Nutzer. Dass sich diese Zukunft drastisch von der Mobilität wie wir sie heute kennen unterscheiden wird, müsste den meisten mittlerweile klar sein. Dies zeigen beispielsweise Ergebnisse wie die aus einer aktuellen Studie im Auftrag der European Climate Foundation. Danach wird das EU-Klimaziel von 55 % weniger Treibhausgasen im Vergleich zu 1990 nur erreicht, wenn bereits 2030 ein Anteil von 60 bis 88 % der neuverkauften Fahrzeuge emissionsfrei fährt [1]. Für die Automobilhersteller bedeutet dies noch einen erheblichen Aufwand, betrachtet man deren prognostizierte CO₂-Emissionen, die bei den Allermeisten noch lange nicht den EU-Zielvorgaben für 2021 entsprechen [2, 3]. Klar ist allerdings auch, dass der reine Umstieg auf umweltfreundlichere bzw. klimaneutrale Antriebe alleine nicht ausreichen wird, um die heutigen Verkehrsprobleme in den Griff zu bekommen. Staus, CO₂-Emissionen, Feinstaubbelastung, Lärm

etc. erfordern eine Verkehrswende mit viel weitreichenderen Lösungsansätzen. Hierzu gehört insbesondere auch der Umstieg vom persönlichen Individualverkehr auf den öffentlichen, multi- oder intermodalen Verkehr (ÖV). Den notwendigen Aufschwung versprechen jüngst auftretende, neue Mobilitätsformen wie elektrische Mikromobilität oder vernetzte Mobilitätsdienste, die eine flexible und komfortablere Alternative zum ÖV anbieten sollen. Darüber hinaus zeichnen sich in mittelfristiger Zukunft noch deutlich radikalere Mobilitätsinnovationen wie beispielsweise Hyperloops, autonome Robotertaxis oder gar Flugtaxis ab [4 bis 6].

Der letztendliche Erfolg einer solchen Verkehrswende steht und fällt jedoch, ganz unabhängig von der technologischen Raffinesse all dieser neuen Mobilitätsformen, mit der Überzeugung und Akzeptanz dieser in unserer Gesellschaft. Am Ende entscheidet der Nutzer darüber, ob einer neuen Mobilitätsinnovation der Durchbruch gelingt. Aus diesem Grund wird im Rahmen dieser Studie die Akzeptanz

verschiedener Nutzer aus Deutschland, Südkorea und den USA in Bezug auf einige neuartige Mobilitätstrends untersucht. Die Ergebnisse liefern erste Erkenntnisse über die Meinungen unterschiedlicher Nutzergruppen und unterstützen somit die Weiterentwicklung der entsprechenden Technologien sowie die aufklärende Diskussion, um eventuelle Bedenken aus dem Weg räumen zu können.

2. VORGEHENSWEISE

Die Analyse und Evaluation der Nutzerakzeptanz von neuen Mobilitätstrends im Rahmen dieser Studie basiert auf einem zweischichtigen Bewertungsansatz. Zunächst erfolgt auf Basis einer Marktanalyse die Bestimmung des technologischen Reifegrads der betrachteten Mobilitätstrends nach dem sogenannten Technology Readiness Level (s. Abschnitt 2.1). Anschließend werden die Ergebnisse einer Nutzerbefragung analysiert, welche speziell zum Zweck dieser Studie durchgeführt wurde (s. Abschnitt 2.2). Ein besonderer Fokus liegt im Rahmen dieser Studie auf den Unterschieden der Nutzerakzeptanz zwischen Deutschland, Südkorea und den USA sowie den altersbedingten Differenzen in diesen drei Ländern.

Konkret wurden dabei folgende Technologiefelder im Detail betrachtet:

- Elektrifiziertes Auto
- Automatisiert fahrendes Auto
- Vernetzte Mobilitätsdienste
- E-Tretroller
- Autonome Flugtaxis
- Hyperloop
- Virtuelle Mobilität



2.1 Technology Readiness Level der Technologiefelder

Das Technology Readiness Level (TRL), im Sinne des Reifegrads einer betrachteten Technologie, ist eine Skala zur klaren und nachvollziehbaren Bewertung neuer Technologien hinsichtlich ihrer Einsatzfähigkeit und ihres Risikos. Die TRL wurden ursprünglich Mitte der 1970er von der National Aeronautics and Space Administration (NASA) eingeführt, um eine effektive Einschätzung und Kommunikation des Reifegrads neuer Technologien zu

ermöglichen. Eine detaillierte Definition der Level erfolgte 1995 durch Mankins [7, 8]. Mittlerweile wurde das Modell ebenfalls von der European Space Agency (ESA) übernommen und sogar in einen eigenen ISO-Standard überführt [9, 10].

Hiervon ausgehend, hat sich die Bestimmung des TRL zu einer bewährten Methode für die Reifegradbewertung weiterer Zukunftstechnologien entwickelt. So wurde beispielsweise im europäischen Forschungskontext ab 2014 die Bestimmung des TRL zur Bewertung von

Forschungsprojekten im Horizon 2020 Programm eingeführt [11, 12].

Die im Rahmen dieser Studie stattfindende Analyse neuartiger, technologischer Trends im Bereich der Mobilität stützt sich ebenfalls auf eine Einordnung der entsprechenden Technologien nach dem TRL. Die Grundlage hierfür ist die Definition aus dem Horizon 2020 Work Programm 2014-2015, welches stark an das ebenfalls neunstufige Modell der NASA angelehnt ist [13]:

Technology Readiness Level (TRL)

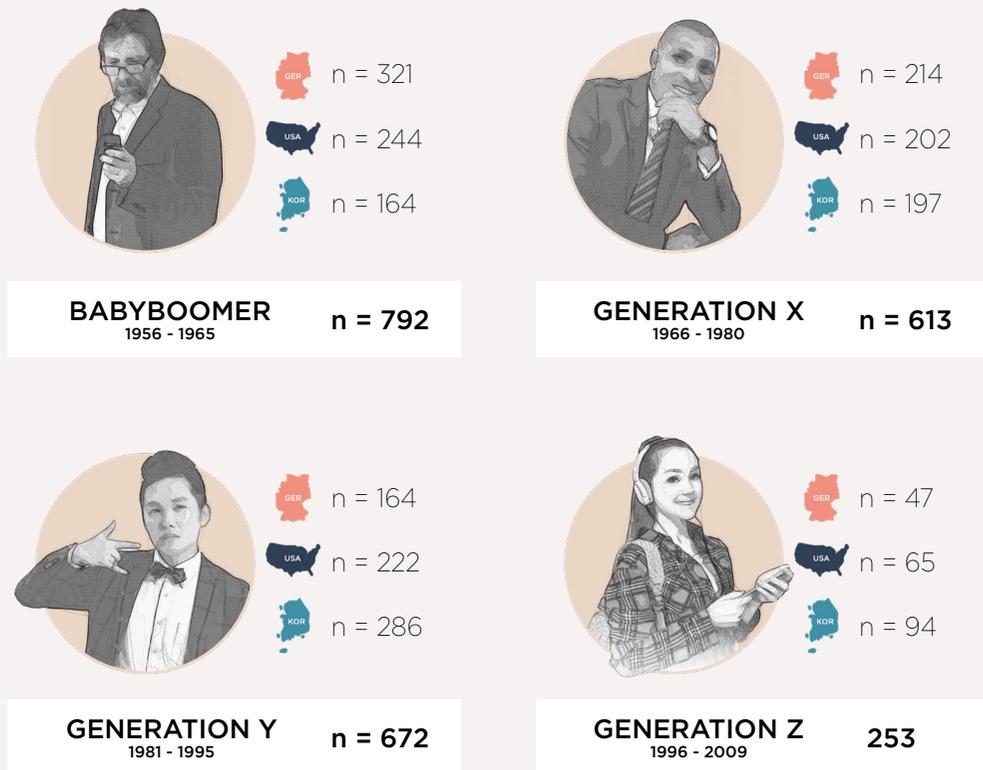
- TRL 1: Grundlegendes Funktionsprinzip beschrieben
- TRL 2: Technologiekonzept formuliert
- TRL 3: Experimenteller Konzeptbeweis
- TRL 4: Im Labor validierte Technologie
- TRL 5: In relevantem Umfeld validierte Technologie (industriell relevantes Umfeld im Falle von Schlüsseltechnologien)
- TRL 6: In relevantem Umfeld demonstrierte Technologie (industriell relevantes Umfeld im Falle von Schlüsseltechnologien)
- TRL 7: Prototypische Demonstration des Systems in der Betriebsumgebung
- TRL 8: Vollständiges und qualifiziertes System
- TRL 9: In Betriebsumgebung bewährtes, endgültiges System (wettbewerbsfähige Fertigung im Falle von Schlüsseltechnologien; oder im Weltraum)

TRL: LEVEL 1-9



GENERATIONEN

Abbildung 1 - Verteilung der Befragten nach Generationen



2. VORGEHENSWEISE

2.2 Stichprobenbeschreibung

Die im Rahmen dieser Studie zu Hilfe gezogene Nutzerbefragung wurde im November 2019 in Deutschland, Südkorea sowie den USA durchgeführt und mithilfe eines Online-Fragebogens an insgesamt 2220 Probanden (DE: 746; KR: 741; US: 733) verteilt. Das Alter der Umfrage-Teilnehmer war dabei den realen, soziodemographischen Ländermerkmalen sehr ähnlich. In Deutschland stellen die Babyboomer eindeutig die größte Altersgruppe dar, in den USA sind Babyboomer sowie Generation Y gleich auf. Lediglich in Südkorea spiegelt die hohe Anzahl an Befragten der Generation Y nicht die reale Altersverteilung wieder [14]. Bei der Interpretation der Umfragewerte ist entsprechend zu beachten, dass länderspezifische Unterschiede sowohl kulturell, als auch dem Alter bedingt sein können. Ein weiterer Einflussfaktor kann die Siedlungsstruktur in den einzelnen Ländern sein. Die Auswertung der Stichprobe zeigt nämlich, dass in Deutschland und den USA die Bewohner von Städten unter 1 Mio. Einwohner mit Abstand die größte Gruppe ausmachen. In Südkorea ist diese Gruppe gleich groß wie die der Bewohner von Metropolen mit über 3 Mio. Einwohnern.

Teil der Befragung war neben konkreten Fragen zu den einzelnen Mobilitätstrends auch eine Erhebung der generellen Technologieaffinität in den drei Ländern. Hierbei zeigte sich, dass das Interesse an der Verwendung neuer technischer Geräte in den USA tendenziell groß und in Deutschland sichtlich geringer ist. Auf der anderen Seite scheint der Umgang mit neuen Techniken die amerikanischen Befragten oftmals zu überfordern, wohingegen Deutsche und Koreaner keine großen Schwierigkeiten angaben. Dies lässt darauf schließen, dass sich Deutsche seltener mit neuen Technologien auseinandersetzen und erst dann, sobald sie sich die Verwendung zutrauen. US-Amerikaner gehen hingegen deutlich interessierter an die Neuerungen heran und akzeptieren dabei mögliche Herausforderung bei der Verwendung. Am technikaffinsten scheinen die Südkoreaner zu sein, die relativ interessiert an innovativen Technologien sind und diese meist auch schnell beherrschen.

- DEUTSCHLAND
- USA
- SÜDKOREA

REGIONEN

Abbildung 2 - Verteilung der Online-Befragten

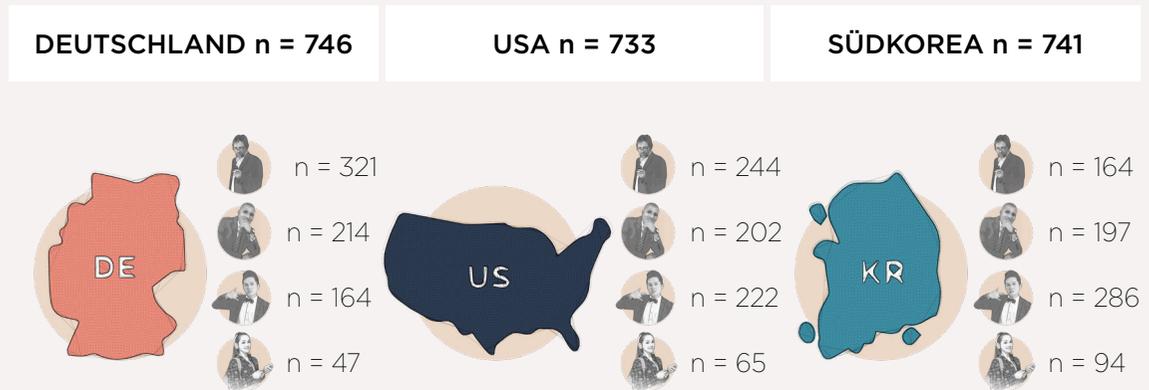


Abbildung 3 - Interesse an Nutzung innovativer Technologien

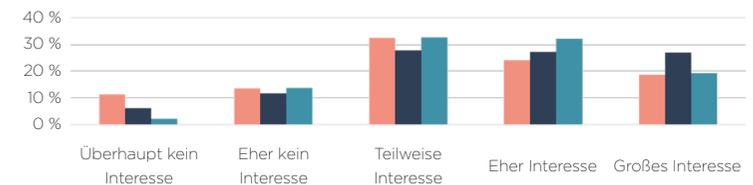
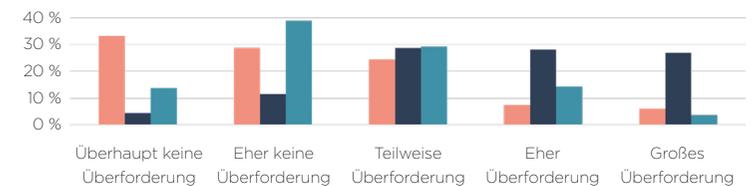
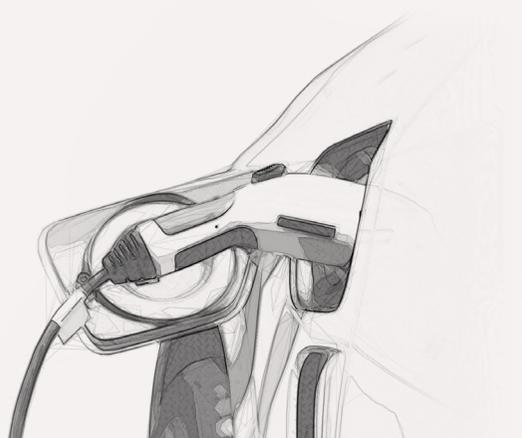


Abbildung 4 - Überforderung bei Nutzung innovativer Technologien





TRL: 9



ELEKTRIFIZIERTES AUTO



TRL: 7



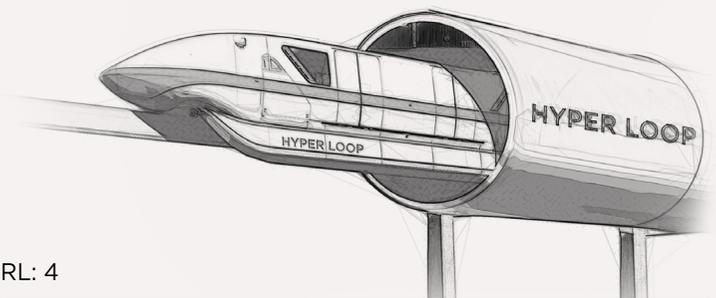
AUTOMATISIERT FAHRENDES AUTO



TRL: 8



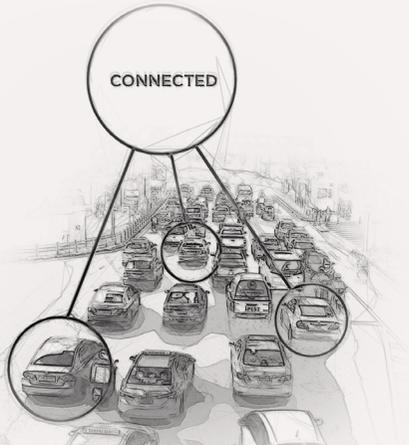
E-TRETROLLER



TRL: 4



HYPERLOOP



TRL: 9



VERNETZTE MOBILITÄTSDIENSTE

3. TECHNOLOGIEFELDER

Im Zentrum dieser Studie steht der internationale Vergleich verschiedener, aktueller Mobilitätstrends in Hinblick auf deren Akzeptanz in der Bevölkerung. Zum einen werden in der nachfolgenden Studie drei übergeordnete, technologische Kerntrends – elektrifizierte Autos, automatisiertes Fahren und vernetzte Mobilitätsdienste – betrachtet. Zum anderen erfolgt die Analyse drei neuartiger Verkehrsträger, nämlich die des E-Tretrollers, des Flugtaxis sowie des Hyperloops. Abschließend folgt eine perspektivische Vorausschau in die sogenannte virtuelle Mobilität.



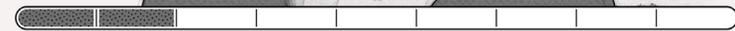
TRL: 3



AUTONOME FLUGTAXIS



TRL: 2



VIRTUELLE MOBILITÄT

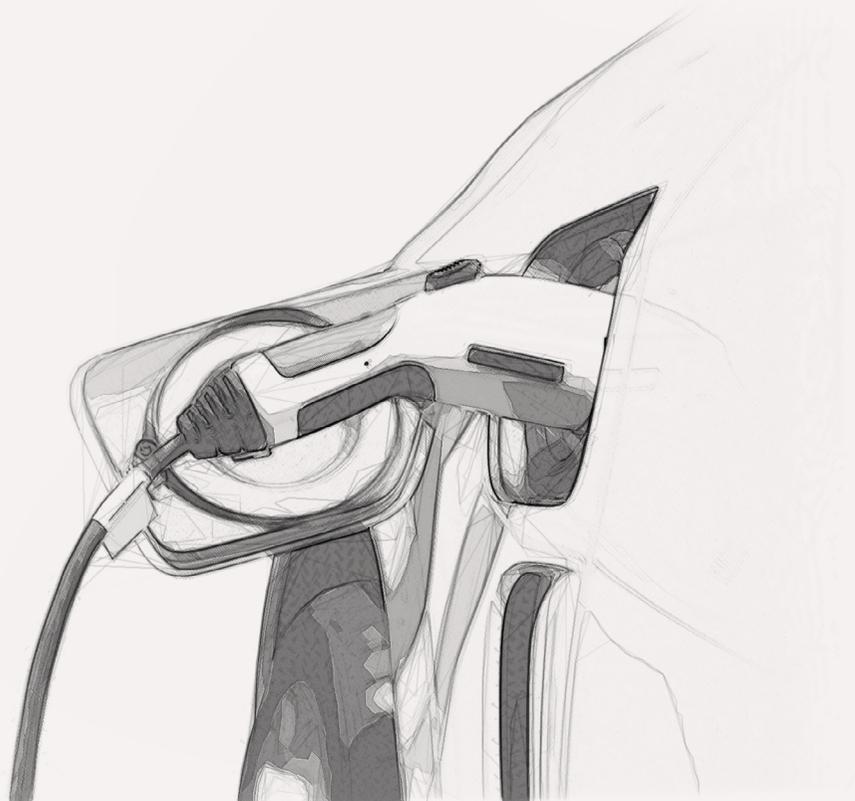
TECHNOLOGIEFELD

3.1 ELEKTRIFIZIERTES AUTO

Unter dem Begriff „elektrifiziertes Auto“ versteht sich im Rahmen dieser Studie ein Personenkraftwagen (Pkw), welcher vollständig oder zumindest für eine bestimmte Strecke rein elektrisch angetrieben wird, sodass lokal kein Ausstoß von CO₂-Emissionen stattfindet. Die dazu benötigte Energie stammt aus einer wieder aufladbaren Batterie (bzw. einem Akku), welche mittels Ladevorrichtung direkt an das Stromnetz angeschlossen und mit elektrischer Energie gespeist werden kann. Im allgemeinen Sprachgebrauch sind hiermit rein batterieelektrische Fahrzeuge sowie Plug-in-Hybridfahrzeuge gemeint. Zudem zeichnet sich das Elektroauto durch seine besonders geräuscharmen Motoren aus.

3.1.1 Status quo

In Deutschland betrug die Zahl der Neuzulassungen von elektrifizierten Autos im Jahr 2019 laut Kraftfahrtbundesamt insgesamt 108.629 Fahrzeuge, was einem Marktanteil von ca. 3 % entspricht. Dabei betrug die Zunahme der Zulassungen im Vergleich zum Vorjahr bei Plug-in-



TRL: 9



Hybriden 44,2 % bzw. sogar 75,5 % bei batterieelektrischen Fahrzeugen [15]. Eine ähnliche Situation zeigt sich in den Vereinigten Staaten, wo die Verkaufszahlen elektrifizierter Fahrzeuge schon von 2017 auf 2018 um ca. 85 % auf insgesamt 361.315 zunahm. Die Hauptursache hierfür war die Einführung des Tesla Model 3 mit allein schon 139.782 verkauften Exemplaren. Im Jahr 2019 sanken die Verkäufe allerdings wieder leicht auf 326.644 Fahrzeuge [16]. Weniger extrem, aber dafür schon deutlich anhaltender und kontinuierlicher zeigt sich der Zuwachs elektrifizierter Autos in Südkorea. Dort betragen die Neuzulassungen im Jahr 2019 von Hybridfahrzeugen bereits 506.047 Stück und von batterieelektrischen Fahrzeugen 89.918 Stück [17].

Mittlerweile hat ein Großteil der Automobilhersteller in den betrachteten drei Ländern die Technologie eingesetzt und das eigene Portfolio um entsprechenden Angebote auf ihren Heimatmärkten erweitert. So bieten alle großen deutschen Automobilmarken (Audi, BMW, Mercedes-Benz, Opel, Porsche, Volkswagen) mindestens ein elektrifiziertes Modell an [18 bis 23]. Gleiches

gilt für die großen Automobilmarken aus Südkorea, wie Hyundai, Kia, GM Korea, oder Renault Samsung [24 bis 27]. Unter den traditionellen, heimischen Marken in den USA sind aktuell Ford, Chrysler, und Chevrolet mit elektrifizierten Autos vertreten [28 bis 30].

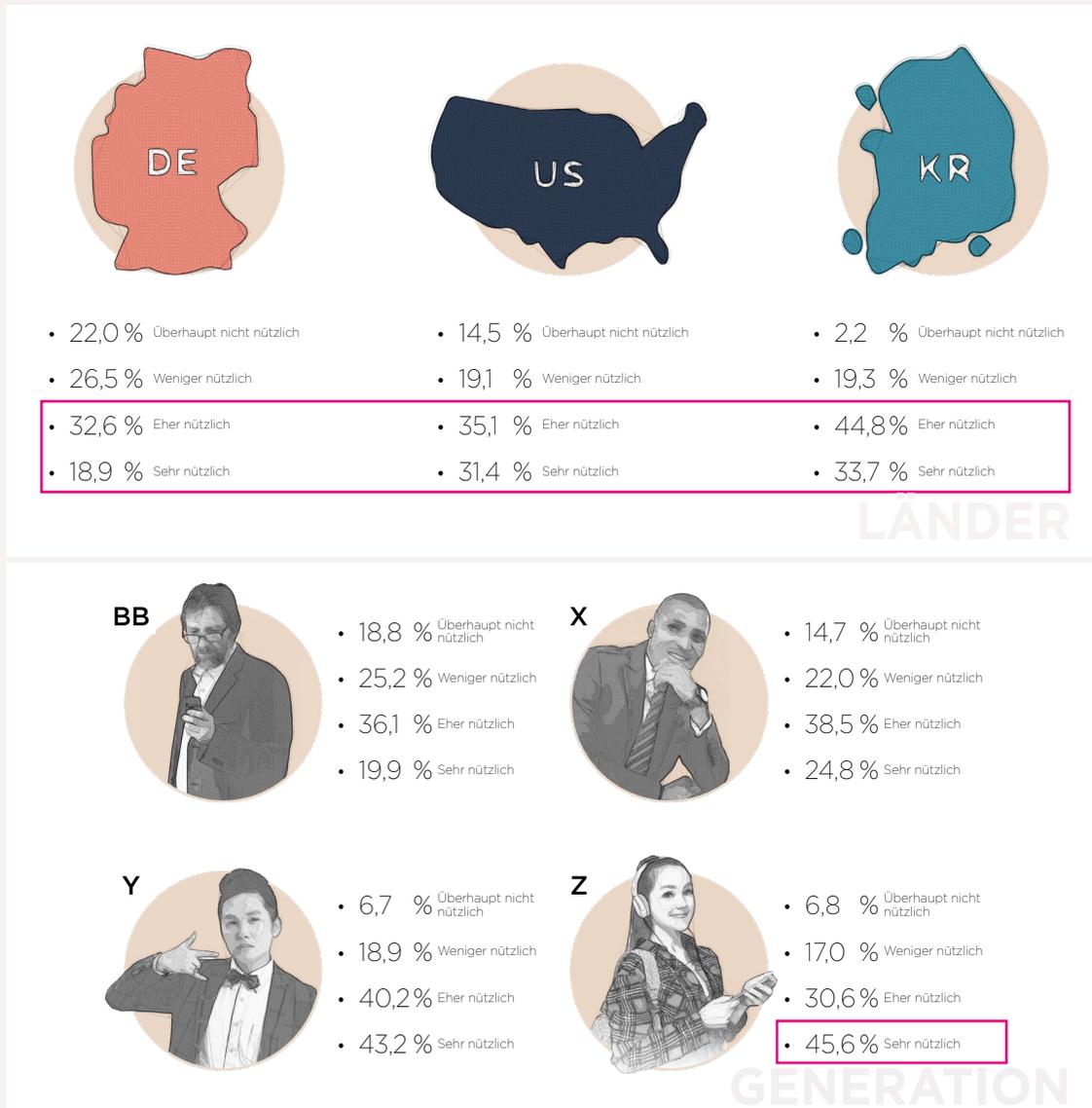
Darüber hinaus gibt es in Deutschland und den USA eine Reihe junger Start-ups, welche ebenfalls ihre eigenen, elektrifizierten Fahrzeuge für die nahe Zukunft angekündigt haben bzw. bereits mit kleinen Serien auf dem Markt sind. Angefangen in den USA sind dies insbesondere Tesla, aber auch Rivian, Lucid Motors, Bollinger Motors oder Canoo [31 bis 35]. In Deutschland sorgen vor allem die beiden Firmen e.GO Mobile und Sono Motors für Aufmerksamkeit [36, 37]. Aus Südkorea hört man hindessen noch recht wenig.

Eigenen Analysen und Hochrechnungen zufolge lassen sich für das Jahr 2030 bereits gleich hohe Neuzulassungen von konventionell angetriebenen und elektrifizierten Autos prognostizieren. Danach wird der Anteil an den gesamten Neuzulassungen für Full-/Plug-in-

Hybridfahrzeuge (FHEV/PHEV) auf 19 % und für batterieelektrische Fahrzeuge (BEV) sogar auf 20 % vorausgesagt [38]. Ähnliche Prognosen gehen aus einer aktuellen Studie von BCG hervor, wonach die Verkäufe der zuvor genannten Fahrzeugklassen einen Anteil von 13 % für BEV bzw. 18 % für FHEV/PHEV ausmachen [39]. Die Prognosen zukünftiger Marktchancen von Elektroautos sind jedoch mit Unsicherheiten behaftet, da nicht nur die zu Grunde liegenden Annahmen und Rahmenbedingungen der Szenarien, sondern auch die Methode der Erhebung einen entscheidenden Einfluss auf die Ergebnisse haben.

Das elektrifizierte Auto erfüllt unter Berücksichtigung der zuvor aufgeführten Situation die TRL-Bedingung »in Betriebsumgebung bewährtes, endgültiges System«, da bereits einige dieser Fahrzeuge auf der Straße zugelassen sind und sie kommerziell vertrieben werden. Somit ist das Technologiefeld »elektrifiziertes Auto« mit dem TRL 9 zu bewerten.

Abbildung 5 - Inwieweit glauben Sie, dass ein Elektroauto für Sie nützlich sein könnte?



TECHNOLOGIEFELD

3.1 ELEKTRIFIZIERTES AUTO

3.1.2 Ergebnisse der Nutzerbefragung

Die Elektromobilität wird über alle Länder hinweg als grundsätzlich nützlich eingeschätzt, insbesondere unter den jüngeren Generationen. Über 45 % der Generation Z glauben, dass die Elektromobilität für sie »sehr nützlich« sein wird, im Gegenzug dazu gehen davon nur 20 % der Babyboomer aus. Im internationalen Vergleich zeigt sich das deutsche Sample dem elektrifizierten Auto gegenüber noch auffallend skeptisch eingestellt. Ein Fünftel von ihnen glaubt, dass die Elektromobilität für sie »überhaupt nicht nützlich« sein wird. Im krassen Gegensatz dazu sind bei den Befragten aus Südkorea lediglich 2 % dieser Meinung. Die amerikanischen Probanden zeigen sich im Vergleich etwas zurückhaltender als die Südkoreaner, aber kenntlich offener als die Deutschen eingestellt.

Abbildung 6 - Wie würden Sie die derzeitige gesellschaftliche Diskussion und die generellen Erwartungen in Bezug auf Elektroautos beschreiben?

Die Auffassung der derzeitigen gesellschaftlichen Diskussion und der generellen Erwartung in Bezug auf elektrifizierte Autos betrachtend, stellt sich heraus, dass die Elektromobilität unter Amerikanern als tendenziell zu wenig beachtet gilt. Die Deutschen und Südkoreaner hingegen beschreiben die gesellschaftliche Diskussion als (eher) überzogen oder sogar Hype. Länderunabhängig zeigt sich über alle Generationen hinweg ein recht ausgeglichenes Bild, dass die aktuelle Debatte um elektrifizierte Autos (vermutlich politisch motiviert) etwas überspitzt, aber grundsätzlich mit einer sinnvollen Aufmerksamkeit geführt wird.

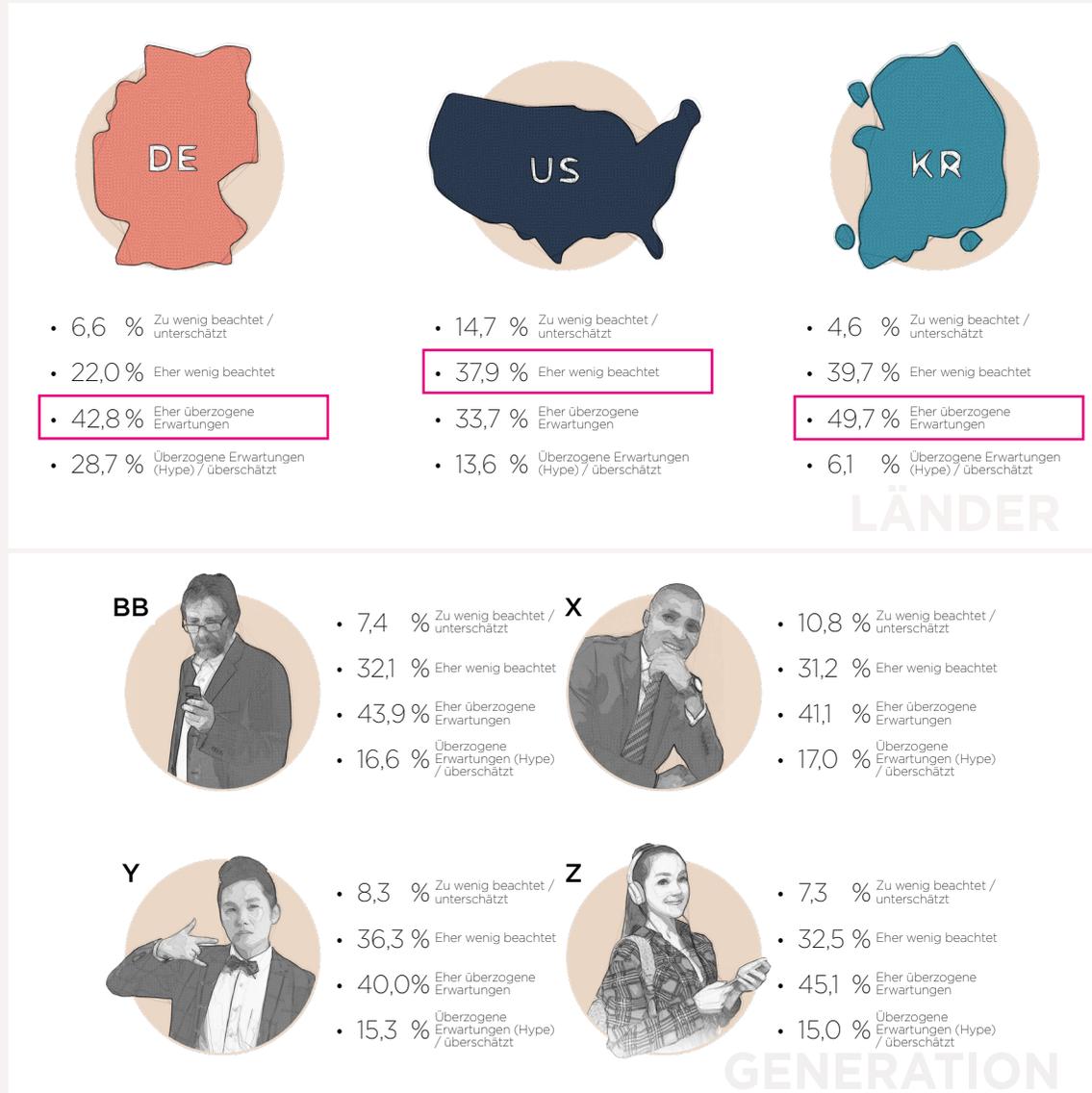


Abbildung 7 - Welche Bedeutung würden Sie dem Elektroauto in 10 Jahren zuschreiben?



TECHNOLOGIEFELD

3.1 ELEKTRIFIZIERTES AUTO

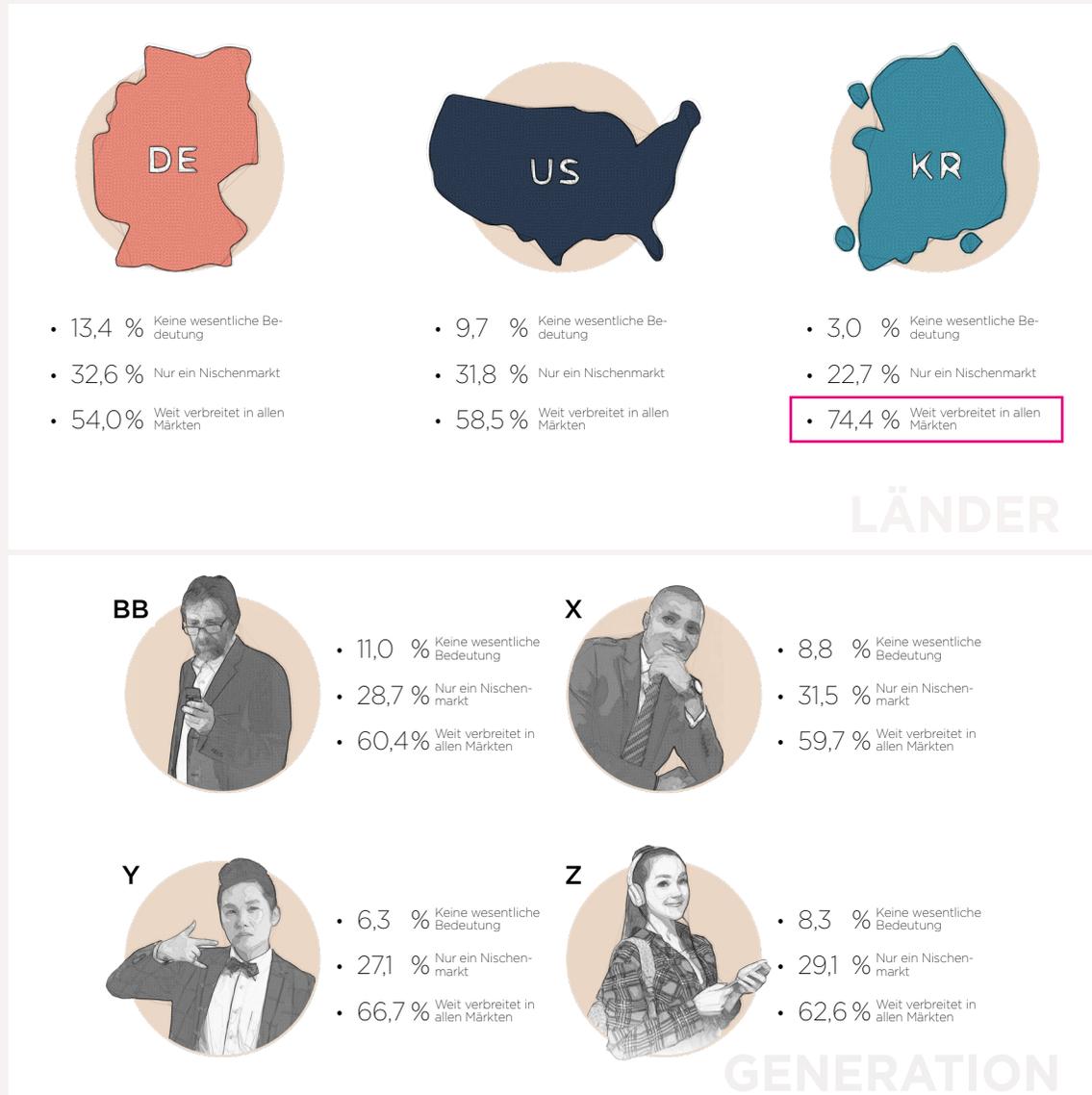
Die Bedeutung des elektrifizierten Autos wird über alle Generationen und Länder hinweg bereits in zehn Jahren als wichtig erachtet, knapp die Hälfte der Befragten sehen zu diesem Zeitpunkt bereits einen Massenmarkt. In Korea ist man sich diesbezüglich allerdings schon deutlich sicherer, als in den USA und Deutschland. Weitere zehn Jahre in der Zukunft ist sich nun die Mehrheit der Befragten einig, dass das elektrifizierte Auto in allen Märkten weit verbreitet sein wird. Jedoch zeigt sich mit über zwei Dritteln der Südkoreaner und nur knapp über der Hälfte für Deutschland auch hier eine gewisse Diskrepanz in der Technologieaffinität.

3.1.3 Fazit:

Aus den vorangegangenen Abschnitten geht hervor, dass elektrifizierte Autos von den meisten Befragten und vor allem den jüngeren Umfrage-Teilnehmern als grundsätzlich nützlich eingeschätzt werden. Es lässt sich feststellen, dass

diese Technologie schon in großen Teilen der Gesellschaft wahrgenommen und zum Teil sogar genutzt wird. Auch wenn diese Adaption nicht für alle Befragten in mittelfristiger Zukunft vorstellbar ist, so geht die Mehrheit jedoch davon aus, dass sich durchaus ein breites, gesellschaftliches Interesse an elektrifizierten Fahrzeugen entwickeln wird. Die Analyse zeigen allerdings auch kulturelle Unterschiede in der Technologieaffinität und Offenheit für technologische Innovationen auf. Wie für asiatische Kulturkreise häufig festzustellen, zeigten sich die koreanischen Befragten deutlich offener und empfänglicher für diese neue Antriebsform. Die deutschen Teilnehmer waren – ebenfalls typisch – sichtlich zurückhaltender oder gar skeptisch und werden daher deutlich mehr Überzeugungsarbeit erfordern, um eine großflächige Verbreitung der elektrifizierten Fahrzeuge vorstellbar zu machen. Es ist zu erwarten, dass nicht nur technologische oder nachhaltigkeitsbezogene Argumente, sondern durchaus auch politische Anreize eine wesentliche Rolle bei der weiteren Verbreitung spielen werden.

Abbildung 8 - Welche Bedeutung würden Sie dem Elektroauto in 20 Jahren zuschreiben?



3.2 AUTOMATISIERT FAHRENDES AUTO

Als automatisiert fahrende Autos definieren sich im Folgenden Fahrzeuge, welche zumindest teilweise selbstständig und ohne menschliches Eingreifen im Straßenverkehr fahren können. Hierdurch können Passagiere die Fahrzeit für verschiedene Nebentätigkeiten nutzen, ohne sich auf die eigentliche Fahraufgabe konzentrieren zu müssen. Von einer fehlerfreien Funktionsweise des Systems ausgehend, ist durch automatisiert fahrende Autos zudem eine höhere Verkehrssicherheit zu erwarten. Die Fähigkeit des Fahrzeugs zum (teil-) autonomen Fahren basiert dabei auf dem Einsatz diverser Sensoren zur Umfelderkennung sowie auf der Vernetzung mit der umgebenden Infrastruktur und anderen Fahrzeugen.



TRL: 7



3.2.1 Status quo:

Der Anteil von Neufahrzeugen, bei welchen die Fahrer auf verschiedene Automatisierungsfunktionen zurückgreifen können, wird laut einer Prognos-Studie im Auftrag des ADAC im Jahr 2050 zwischen ca. 50 % im pessimistischen Fall und sogar über 70 % im optimistischen Fall betragen. Die Autoren gehen dabei von einer sukzessiven Zunahme der Funktionalität mit einfachem Autobahnpiilot ab 2020, einem City-Pilot ab ungefähr 2030 und vollumfänglichen Tür-zu-Tür-Pilot ab 2040 aus [vgl. 40]. Diese Annahmen decken sich mit internen Analysen, wonach der Anteil neuzugelassener Fahrzeuge mit mindestens teilautomatisierten Fahrfunktionen im Jahr 2030 ca. 50 % betragen wird. Ab diesem Zeitpunkt wird außerdem ein erstes Aufkommen fahrerloser Fahrzeuge erwartet [38].

Die prognostizierten Hochlaufkurven werden von stetigen Fortschritten verschiedener Prototypen und Pilot-Versuchen gestützt. Allen voran steht das US-Unternehmen Waymo, welches nach jahrelangen Tests bereits Ende 2018 den ersten kommerziellen, autonomen

Mitfahrerservice in den USA gestartet hat [41]. Mittlerweile sind die autonomen Fahrzeuge insgesamt über 20 Millionen Meilen auf öffentlichen Straßen gefahren und legten 2019 dabei im Schnitt 13.219 Meilen einer autonomen Fahrt bis zum erstmaligen menschlichen Eingriff zurück [42, 43]. Ebenfalls sehr erfolgreiche Start-ups im Bereich des autonomen Fahrens aus den USA sind bspw. AutoX, Pony.ai oder Zoox [43 bis 46]. Tatsächlich setzen auch viele, traditionelle Automobilhersteller bei der Entwicklung ihrer automatisiert fahrenden Autos auf Zusammenarbeit mit innovativen Start-ups aus den USA. Der Mobilitätsdienstleister Uber kooperiert zum Beispiel mit Volvo und Toyota, die Automobilfirmen General Motors und Honda wiederum versuchen ihre Kompetenzen durch die Partnerschaft mit Cruise aufzubauen [47, 48].

Das Schweizer Beratungsunternehmen Econsight hat für das Handelsblatt auf Basis von Patenten eine Rangliste jener Unternehmen erstellt, welche die auf dem Innovationsfeld des autonomen Fahrens führend sind. Auf Platz eins und zwei dieser Auswertung sind die OEM Ford und Volkswagen, die mittlerweile beide

massiv in dasselbe US-amerikanische Start-up investiert haben: Argo AI. Gemeinsames Ziel ist es bereits 2021 mit einem autonomen Auto auf den Markt zu kommen [49, 50]. Andere deutsche Hersteller gehen ebenfalls den Weg der Kooperation, entweder untereinander wie von Daimler mit BMW (die kürzlich jedoch wieder ausgesetzt und direkt darauf durch eine Kooperation mit Nvidia ersetzt wurde) oder mit bestehenden Geschäftspartnern wie Daimler mit Bosch [51 bis 53]. Nach firmeneigenen Angaben wäre der Audi A8 aus dem Jahr 2017 das erste Serienfahrzeug mit hochautonomen Fahrfunktionen (Level 3) gewesen, allerdings konnte diese Fähigkeiten aufgrund unzureichender Gesetzesgrundlagen nie aktiv geschaltet werden und ist für dieses Modell auch nicht mehr geplant [54, 55]. Die koreanischen Marken Hyundai und Kia setzen beim Thema automatisiertes Fahren ebenfalls auf Kooperationen, sowohl mit dem US-Start-up Aurora, als auch dem Zulieferer Aptiv. Die ursprünglich schon für 2021 bzw. 2022 geplante Kommerzialisierung wurde mittlerweile jedoch auf 2024 verschoben [56 bis 59].

Diese Rückdatierung der ursprünglichen, verhältnismäßig optimistischen Kommerzialisierungspläne spiegelt sich ebenfalls im Vergleich der Gartner Hype Cycles der letzten Jahre wieder, in welchen der Einführungszeitraum autonomer Fahrzeuge stets gleich blieb und letztlich sogar stark in die Zukunft rückte [60 bis 62]. Nichtsdestotrotz sind in den betrachteten Ländern erkennbare Unterschiede im technologischen Fortschritt autonomer Fahrfunktionen sichtbar. Dies veranschaulicht beispielsweise auch der 2020 Autonomous Vehicles Readiness Index von KPMG, wonach die USA Platz 4, Südkorea Platz 7 und Deutschland Platz 14 belegen. In dem Bericht werden die Fähigkeit von 30 Nationen bewertet, die Aufgaben der bevorstehenden Transportrevolution in Richtung automatisiert fahrender Autos zu meistern. Dafür werden die Länder anhand der Voraussetzungen in den vier Bereichen Politik/Gesetzgebung, Technologie/Innovation, Infrastruktur und Kundenakzeptanz verglichen [63].

In Anbetracht der zuvor erwähnten Aktivitäten, erfüllt das automatisiert fahrende Auto (von mindestens

teilautonomer Funktionalität ausgehend) Bedingungen »Prototypische Demonstration des Systems in der Betriebsumgebung« und ist mit einem Technology Readiness Level-Wert von 7 einzustufen. Zwar gibt es bereits erste kommerzielle Anwendungen in den USA, diese sind jedoch eher als ausgeweiteter Pilotversuch unter Einbeziehung zukünftiger Nutzer zu bewerten, da sie nur auf sehr eingeschränktem Raum und unter starken Einschränkungen durchgeführt werden.

TECHNOLOGIEFELD

3.2 AUTOMATISIERT FAHRENDES AUTO

3.2.2 Ergebnisse der Nutzerbefragung

Die Umfrage-Teilnehmer haben eine tendenziell ausgewogene Einschätzung hinsichtlich der zukünftigen Nützlichkeit von automatisiert fahrenden Autos. In den USA und Deutschland ist lediglich ein leichter Trend in Richtung positivem Nutzen zu erkennen. In Südkorea hingegen sprechen sich die Befragten eindeutig für die Nützlichkeit einer solchen Technologie aus. Die Ergebnisse zeigen außerdem, dass vor allem jüngere Personen einen deutlich höheren Nutzen in automatisiert fahrenden Autos erkennen können, wohingegen über ein Viertel der Generation Babyboomer gar keinen Nutzen darin sieht.

Abbildung 9 - Inwieweit glauben Sie, dass ein automatisiert fahrendes Auto für Sie nützlich sein könnte?

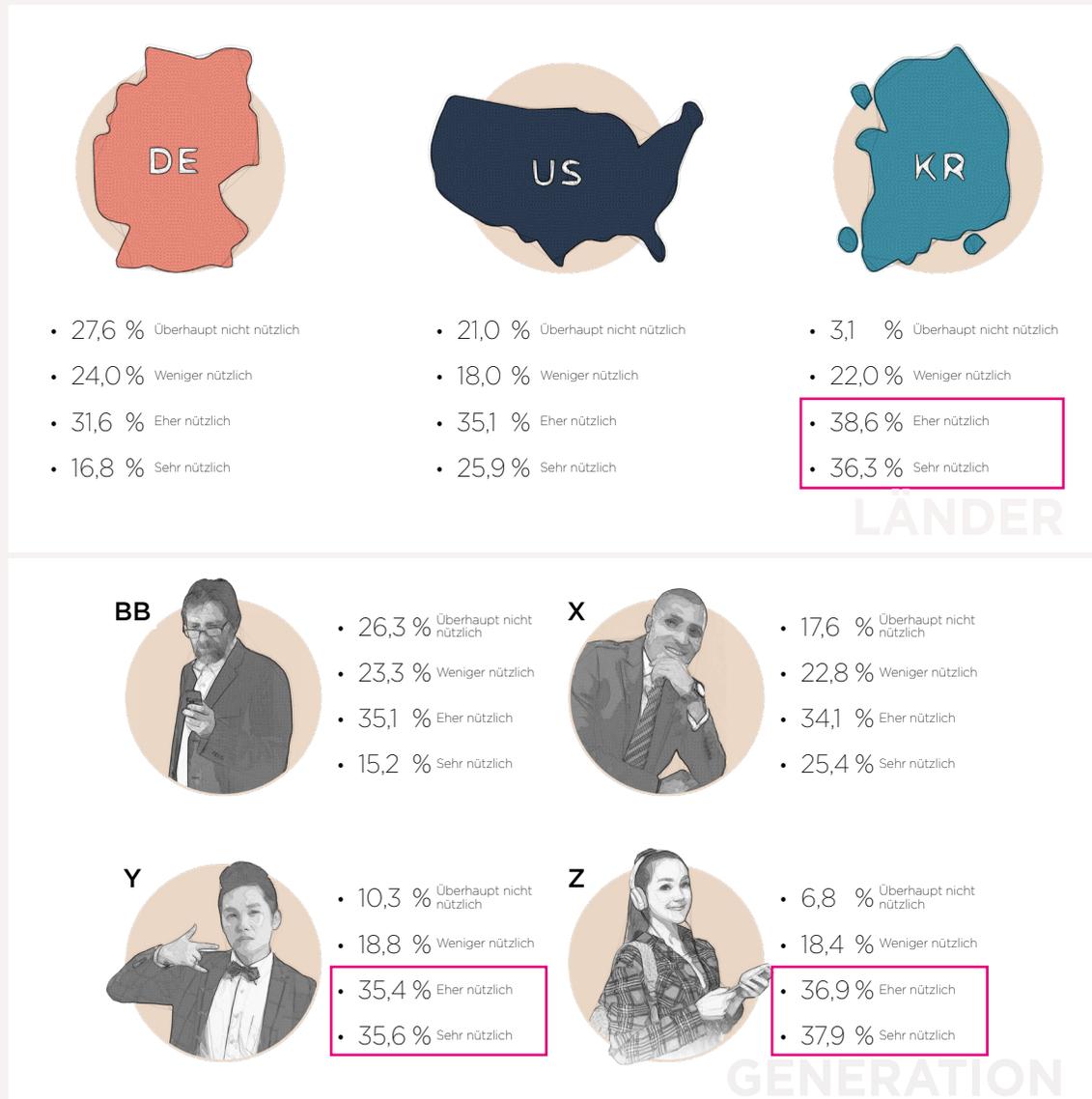
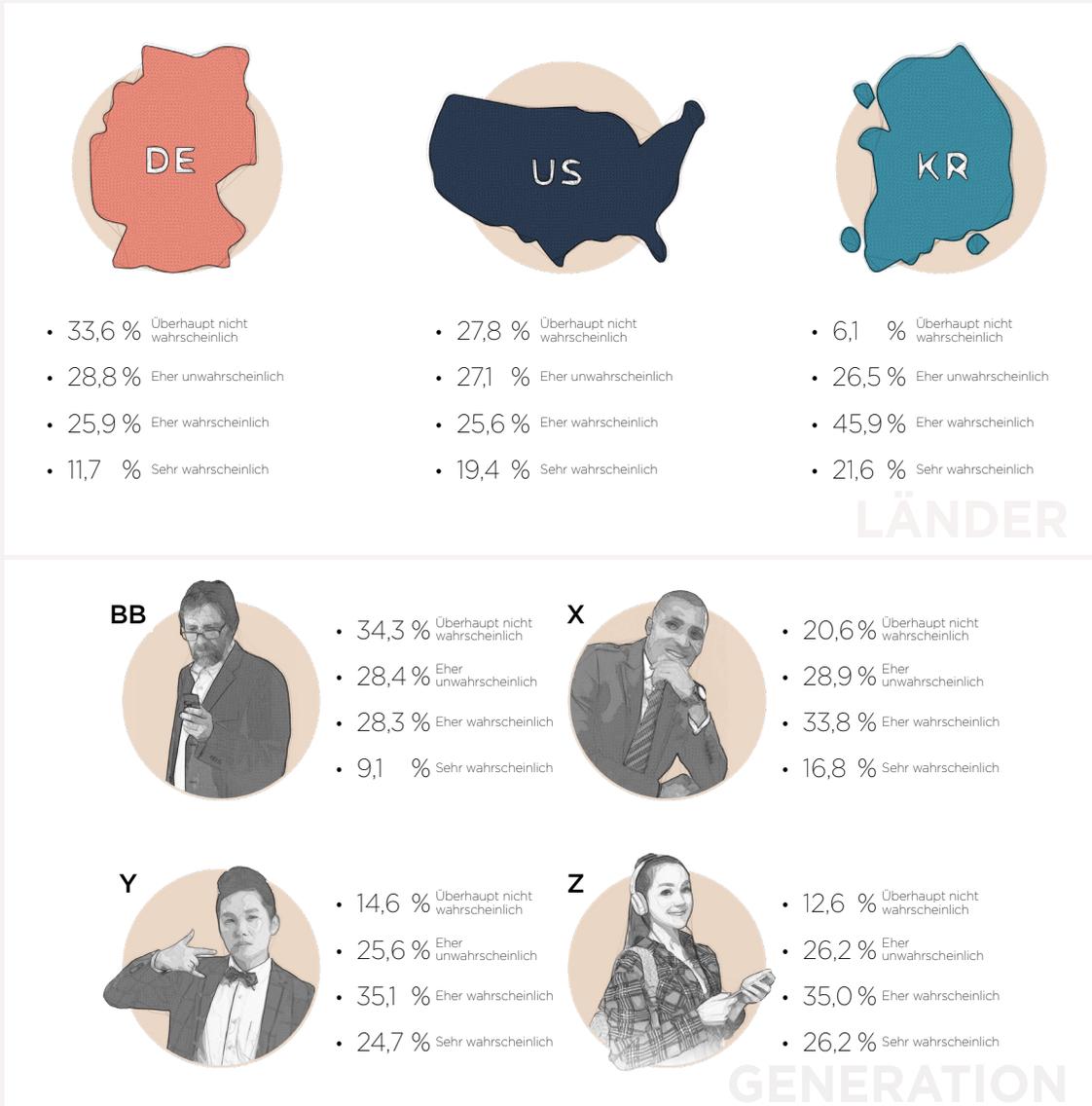


Abbildung 10 - Wie wahrscheinlich ist es, dass Sie in Zukunft ein automatisiert fahrendes Auto nutzen würden?



TECHNOLOGIEFELD 3.2 AUTOMATISIERT FAHRENDES AUTO

Der wahrgenommenen Nützlichkeit entsprechend sind es ebenfalls jüngere Befragte, welche sich zukünftig selbst als Passagiere eines automatisiert fahrenden Autos vorstellen können. Mindestens jede/r Dritte der Generation X und jünger schätzt es als (eher) wahrscheinlich ein, sich einmal in einem solchen Fahrzeug befördern zu lassen. Es ist jedoch auffällig, dass die Nutzungsbereitschaft tendenziell geringer ausfällt, als die grundsätzlich empfundene Nützlichkeit. Es zeigt sich außerdem erneut die Offenheit der Südkoreaner für neue Technologien, da ca. 45 % die zukünftige Anwendung als eher wahrscheinlich angeben. In den USA und Deutschland sieht es die Mehrheit mit erkennbarem Abwärtstrend in den üblichen Antworten als überhaupt nicht wahrscheinlich an. Ein Grund hierfür sind mit Sicherheit die noch sehr starken Befürchtungen oder gar Ängste in Bezug auf automatisiert fahrende Autos dieser beiden Nutzergruppen.

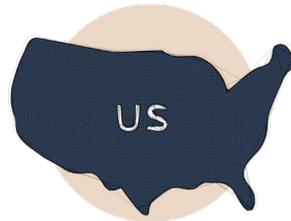
Abbildung 11 - Wie stark wären Ihre Befürchtungen oder gar Ängste, wenn Sie an die Nutzung eines automatisiert fahrenden Autos denken?



Abbildung 12 - Wie würden Sie die derzeitige gesellschaftliche Diskussion und die generellen Erwartungen in Bezug auf automatisiert fahrende Autos beschreiben?



- 8,7 % Zu wenig beachtet / unterschätzt
- 31,0 % Eher wenig beachtet
- 39,3 % Eher überzogene Erwartungen
- 21,0 % Überzogene Erwartungen (Hype) / überschätzt



- 10,6 % Zu wenig beachtet / unterschätzt
- 31,4 % Eher wenig beachtet
- 38,6 % Eher überzogene Erwartungen
- 19,4 % Überzogene Erwartungen (Hype) / überschätzt



- 5,0 % Zu wenig beachtet / unterschätzt
- 29,8 % Eher wenig beachtet
- 50,5 % Eher überzogene Erwartungen
- 14,7 % Überzogene Erwartungen (Hype) / überschätzt

LÄNDER

BB



- 7,4 % Zu wenig beachtet / unterschätzt
- 29,2 % Eher wenig beachtet
- 45,0 % Eher überzogene Erwartungen
- 18,4 % Überzogene Erwartungen (Hype) / überschätzt

X



- 8,3 % Zu wenig beachtet / unterschätzt
- 33,9 % Eher wenig beachtet
- 41,6 % Eher überzogene Erwartungen
- 16,2 % Überzogene Erwartungen (Hype) / überschätzt

Y



- 8,2 % Zu wenig beachtet / unterschätzt
- 31,1 % Eher wenig beachtet
- 41,5 % Eher überzogene Erwartungen
- 19,2 % Überzogene Erwartungen (Hype) / überschätzt

Z



- 9,7 % Zu wenig beachtet / unterschätzt
- 25,2 % Eher wenig beachtet
- 42,7 % Eher überzogene Erwartungen
- 22,3 % Überzogene Erwartungen (Hype) / überschätzt

GENERATION

TECHNOLOGIEFELD

3.2 AUTOMATISIERT FAHRENDES AUTO

In der derzeitigen, gesellschaftlichen Diskussion wird das Thema des automatisiert fahrenden Autos nach der mehrheitlichen Meinung aller Befragten eindeutig überzogen. Knapp zwei Drittel der Teilnehmer sind dieser Meinung, wobei in etwa die Hälfte des südkoreanischen Samples noch nicht direkt von überschätztem Hype sprechen würde.

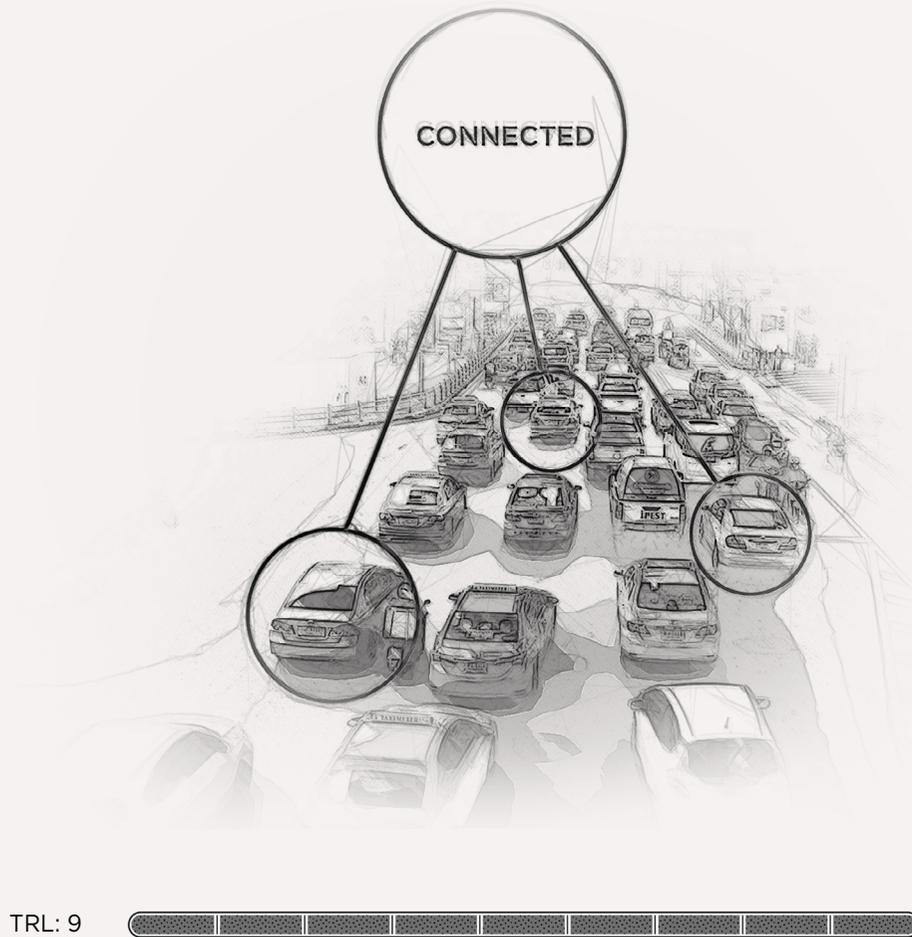
3.2.3 Fazit:

Abschließend lässt sich feststellen, dass die Befragten im Rahmen dieser Studie eine tendenziell ausgewogene Meinung hinsichtlich des autonom fahrenden Autos zeigen. Diverse Pilotversuche und Berichte über erste prototypische Anwendungen der Industrie haben dazu geführt, dass sich insbesondere junge Menschen bereits mit dem Gedanken anfreunden können, in Zukunft mit automatisierten Autos zu fahren. Unter den älteren Generationen und vor allem in Deutschland und den USA, von welchen neue Technologien weniger schnell akzeptiert werden, bestehen zu großen Teilen noch Zweifel. Offenbar sind die jüngsten Erfolge von Unternehmen wie Waymo nicht ausreichend, um die noch recht verbreiteten Zweifel und Befürchtungen in der Gesellschaft zu beseitigen. Die Reihe von Erfolgsmeldungen aus der Presse führt stattdessen eher dazu, dass die Erwartungen an das automatisiert fahrende Auto von der allgemeinen Bevölkerung als zu groß eingeschätzt werden. Dieses Bild deckt sich ebenfalls mit dem zu beobachteten Trend, dass einige Unternehmen ihre Ankündigungen mittlerweile revidieren und deutlich vorsichtigere Prognosen machen.

TECHNOLOGIEFELD

3.3 VERNETZTE MOBILITÄTSDIENSTE

Das sogenannte Internet der Dinge und die zunehmende Vernetzung der Gesellschaft mit allen Bereichen ihres Lebens macht auch vor dem Fahrzeug keinen Halt. Das Ergebnis ist ein gänzlich neues Geschäftsfeld vernetzter Mobilitätsdienste mit Angeboten wie Carsharing, Fahrgemeinschaften oder On-Demand-Shuttle. Hinter diesen neudeutschen Begriffen stehen flexible und bedarfsgerechte Dienstleistungen, welche – durch geteilte Fahrzeuge oder sogar Fahrten – die Auslastung der Straßenfahrzeuge erhöhen und ihre Anzahl entsprechend senken sollen. Das übergeordnete Ziel ist hierbei stets ein effizienterer und umweltschonender Verkehr in den stetig wachsenden Innenstädten. Dank digitaler Vernetzung ist sogar eine multi- oder intermodale Verkehrskette mit nahtlosen Umstiegen zwischen unterschiedlichen Transportmitteln realisierbar, sodass die Komfortnachteile des ÖPNV immer geringer ausfallen werden. Integrierte Konzepte im Sinne von Mobility-as-a-Service (MaaS) stellen mit einfachen Buchungs- und Bezahlmöglichkeiten einen möglichst nutzerorientierten Transport von



A nach B in den Mittelpunkt, unabhängig von den verschiedenen Verkehrsmitteln. Letztlich wird das Bedürfnis nach Mobilität als Dienstleistung in Zukunft – zumindest teilweise – den Wunsch nach einem eigenen Pkw ersetzen.

3.3.1 Status quo:

Vernetzte Mobilitätsdienste per se gibt es in den betrachteten Ländern, zumindest im singulären Sinne einer mietbaren Mobilitätsdienstleistung, bereits seit einiger Zeit. Carsharing als klassischer Vertreter derartiger Services existiert mit stationsbasierten Anbietern wie stadtmobil oder teilAuto in Deutschland bereits seit über 20 Jahren [64, 65]. Die zunächst bescheidene Marktentwicklung zog Anfang der 2010er Jahre schließlich stark an, sodass es heute knapp 2,3 Mio. registrierte Carsharing-Nutzer in Deutschland gibt. Zu verdanken ist dies vor allem dem sogenannten free-floating Carsharing ohne festgeschriebene Abstellplätze der Fahrzeuge. Die prominentesten Vertreter hierunter sind die Services Car2Go von Daimler sowie DriveNow von BMW, welche sich

mittlerweile unter dem Namen ShareNow zusammengefasst haben, oder auch We share von Volkswagen und Sixt share [66, 67]. 226 Unternehmen mit insgesamt 25.400 Fahrzeugen bieten aktuell an 840 Orten in Deutschland Carsharing an, wobei die nur sieben free-floating Anbieter ca. doppelt so viele Nutzer verzeichnen [66]. Im Vergleich dazu ist Carsharing in Südkorea noch verhältnismäßig jung. Der Marktführer Socar wurde beispielsweise erst 2012 gegründet, verbucht seitdem allerdings einen rasanten Aufstieg, was unter anderem der starken Unterstützung durch die Behörden zu verdanken ist. So konnten Socar und sein größter Konkurrent GreenCar Mitte 2017 bereits 3 und 2,35 Mio. Kunden vermelden. Insbesondere wird die Verbreitung elektrischer Carsharings vorangetrieben, wie es Citycar, HanCar oder YouCar anbieten [68, 69]. Die koreanischen Automobilhersteller starteten ebenfalls eigene Carsharing-Dienste. Neben großen Investitionen in Luxi, gründete Hyundai Capital 2017 die eigene Marke Delivery Car, die Schwesterfirma Kia ging fast zeitgleich mit WiBLE an den Markt [69 bis 72]. Ähnlich lang wie in Deutschland existiert Carsharing in den USA, wo das Unternehmen Zipcar vor ca. 19 Jahren

den Aufschlag machte [73]. Weitere prominente Anbieter aus den USA sind Maven von General Motors, Turo oder Getaround [74]. Die jüngste Bekanntgabe von ShareNow, sich aus dem Markt in den USA zurückzuziehen, lässt jedoch auf ein aktuell schwieriges Geschäftsumfeld schließen [75].

Anstatt Carsharing eignen sich laut CB Insights für mittlere Distanzen zwischen 5 und 15 Meilen vor allem Ridehailing Services, bei welchen in den USA, mit Umsätzen sowie Anzahl an Fahrten im Milliardenbereich, eindeutig die Unternehmen Uber und Lyft dominieren [74]. Ganz anders sieht die Situation in Deutschland aus, wo derartige Dienste aufgrund der sehr strengen Gesetzeslage um Beförderungslizenzen maximal in einer Grauzone operieren können [76 bis 78]. Erlaubt und insbesondere auch profitabel ist ein Service in Kooperation mit lokalen Taxi- und Mietwagenfirmen, wie er von FreeNow angeboten wird. Die ebenfalls zum Daimler- und BMW-Joint Venture YourNow gehörende Marke konnte in Deutschland 2019 über 100 Mio. gefahrene Kilometer und einen Fahrgastanstieg um 20 % verbuchen [79]. Eine ähnliche

Situation mit schwierigen rechtlichen Rahmenbedingungen ist in Südkorea vorzufinden. Erfolgreich ist lediglich das Angebot von Kakao T, welches analog zu FreeNow eher als Plattform zur Taxi-Vermittlung fungiert [80, 81].

Trotz der juristischen Herausforderungen gibt es in den drei Ländern verschiedene Anbieter, welche sich – teilweise mithilfe von Ausnahmeregelungen – zudem mit sogenannten On-Demand Shuttle Services, also abrufbereiter Kleinbusse als Sammeltaxis, ein Geschäft aufbauen möchten. Beispiele hierfür sind MOIA aus Deutschland, Via aus den USA oder Tada (musste den Shuttle-Van-Dienst mittlerweile einstellen) in Südkorea [82 bis 85].

Von tatsächlich vernetzten Mobilitätsservices im Sinne dieser Studie kann man jedoch erst sprechen, wenn mehrere solcher Dienste im Sinne von MaaS über eine einzige Plattform und insbesondere unter Einbeziehung des öffentlichen Personennahverkehrs (ÖPNV) angeboten werden. In Deutschland bietet eine solche Vermittlung beispielsweise ReachNow schon in mehreren Städten

an [86]. Noch integrierter und noch mehr auf intermodale Transportketten ausgerichtet ist die App Jelbi der Berliner Verkehrsbetriebe (BVG) oder das geplante Angebot der Münchner Verkehrsgesellschaft (MVG), die beide auf die MaaS-Plattform des Start-ups Trafi setzen [87, 88]. Ein weiterer, mittlerweile international erfolgreicher Pionier in der Branche ist das deutsche Start-up Wunder Mobility, welches sich auf den B2B-Markt spezialisiert hat [89]. In den USA haben sich Uber, Getaround und Masabi zusammengetan, um einen ähnlichen Service anbieten zu können [74]. Vollumfängliche MaaS-Anwendungen sind aktuell allerdings noch in der Entstehungsphase [90]. In Südkorea nimmt das Thema seit kurzem ebenfalls Fahrt auf, wo die schon bestehenden Unternehmen Kakao und Tada ein entsprechend erweitertes Angebot durch Kooperationen mit anderen Mobilitätsanbietern einführen möchten [80, 91]. Zudem verkündete MaaS Alliance im Oktober 2019, dass sie mit dem Technologieunternehmen LG CNS das erste koreanische Mitglied willkommen heißen und somit die Expansion nach Asien begonnen haben [92].

Den aktuellen Stand im Bereich vernetzter Mobilitätsservices betrachtend, kann definitiv von einem »in Betriebsumgebung bewährten, endgültigen System« gesprochen werden. Folglich entspricht der Technologie-Reifegrad einem TRL von 9. Es gibt bereits einige, kommerzielle Anwendungen in allen Ländern, welche technologisch weitgehend ausgereift sind. Wiesichzeigt, liegendiegrößtenHindernisse einer großflächigen Verbreitung vernetzter Mobilitätsdienste eindeutig in den rechtlichen Rahmenbedingungen.

Abbildung 13 - Inwieweit glauben Sie, dass die Nutzung vernetzter Mobilitätsdienste für Sie nützlich sein könnte?



TECHNOLOGIEFELD

3.3 VERNETZTE MOBILITÄTSDIENSTE

3.3.2 Ergebnisse der Nutzerbefragung

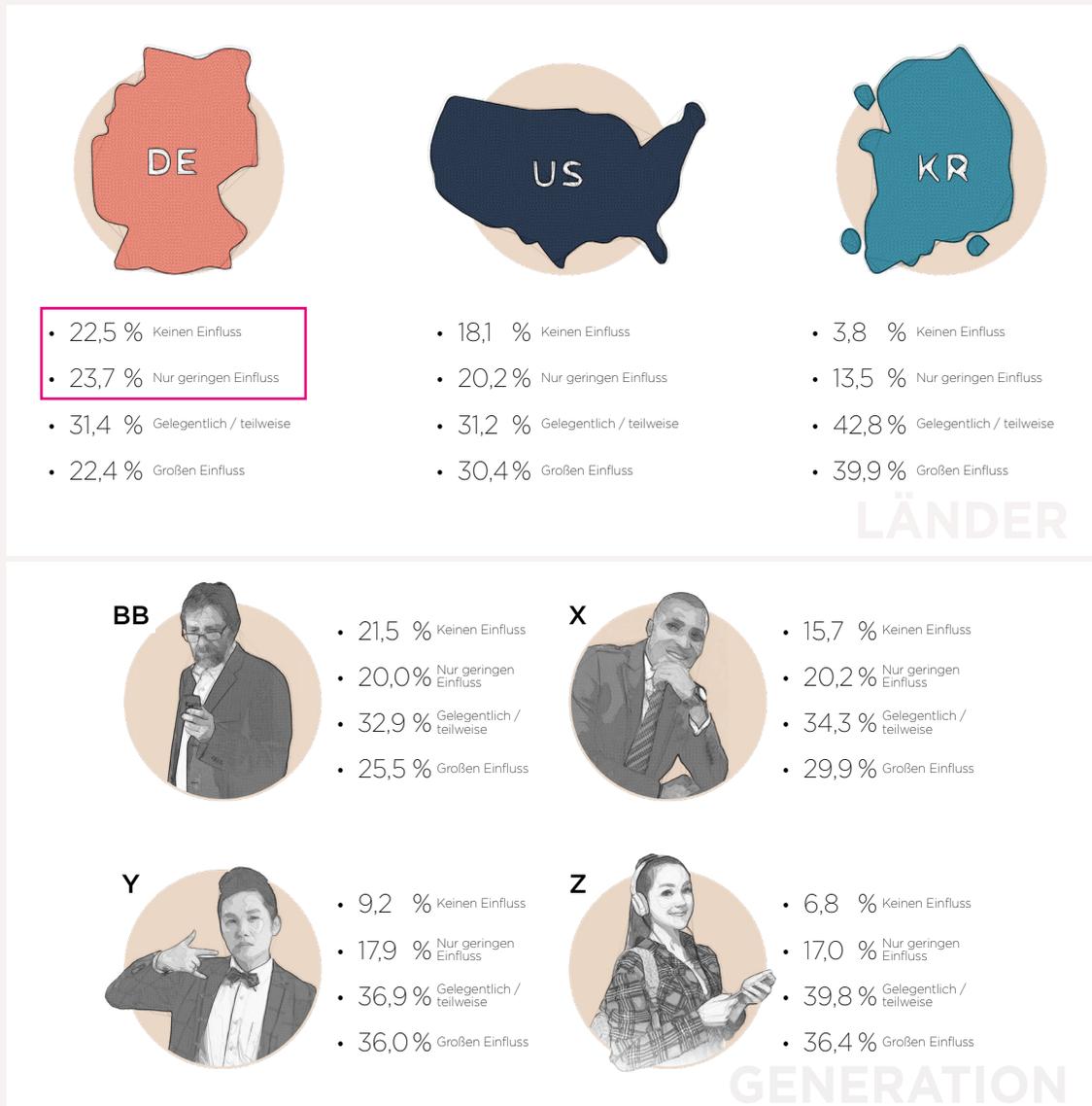
Das Resultat der Umfrage zeigt, dass vernetzte Mobilitätsdienste von ca. zwei Dritteln der Befragten als durchaus nützlich eingeschätzt werden. Innerhalb der jüngeren Generationen Y und Z sind es sogar knapp vier von fünf, die einen Nutzen in vernetzten Mobilitätsdiensten erkennen können. Wie in den vorherigen Kapiteln lässt sich im Ländervergleich erneut die stärkere Fürsprache in Südkorea und eine geringere Akzeptanz unter der oftmals als »Autonation« bezeichneten Bundesrepublik Deutschland erkennen. Vermutlich spiegelt sich an dieser Stelle allerdings auch die generell höhere Nutzung und entsprechende Akzeptanz öffentlicher Verkehrsangebote in großen Ballungsräumen wieder, welche vor allem in Südkorea und teilweise den USA deutlich ausgeprägter sind.

Der hohen Akzeptanz entsprechend, vermuten die Teilnehmer sehr eindeutig, dass Ihnen die Nutzung vernetzter Mobilitätsdienste leichtfallen wird. Stärker als zuvor, sind an der Stelle besonders die Befragten aus den USA optimistisch eingestellt, dass ihnen die Nutzung der vernetzten Mobilitätsdienste keine Probleme bereiten dürfte.

Abbildung 14 - Was glauben Sie, wie leicht Ihnen die Nutzung vernetzter Mobilitätsdienste fallen würde?



Abbildung 15 - Werden vernetzte Mobilitätsdienste künftig einen Einfluss auf Ihre alltägliche Mobilität haben?



TECHNOLOGIEFELD 3.3 VERNETZTE MOBILITÄTSDIENSTE

Grundsätzlich ist unter den Befragten die Erwartung festzustellen, dass vernetzte Mobilitätsdienste einen durchaus wesentlichen Einfluss auf Ihre alltägliche Mobilität haben werden. In den USA und vor allem Südkorea ist davon auszugehen, dass die meisten Befragten derart von dieser Technologie überzeugt sind, dass sie eine regelmäßige Inanspruchnahme erwarten. Für Deutschland zeichnet sich hingegen nur eine maximal gelegentliche Nutzung vernetzter Mobilitätsdienste ab, vermutlich zu Gunsten des Individualverkehrs. Analog zum wahrgenommenen Nutzen gehen jüngere Teilnehmer auch von einem größeren Einfluss auf ihr Mobilitätsverhalten aus.

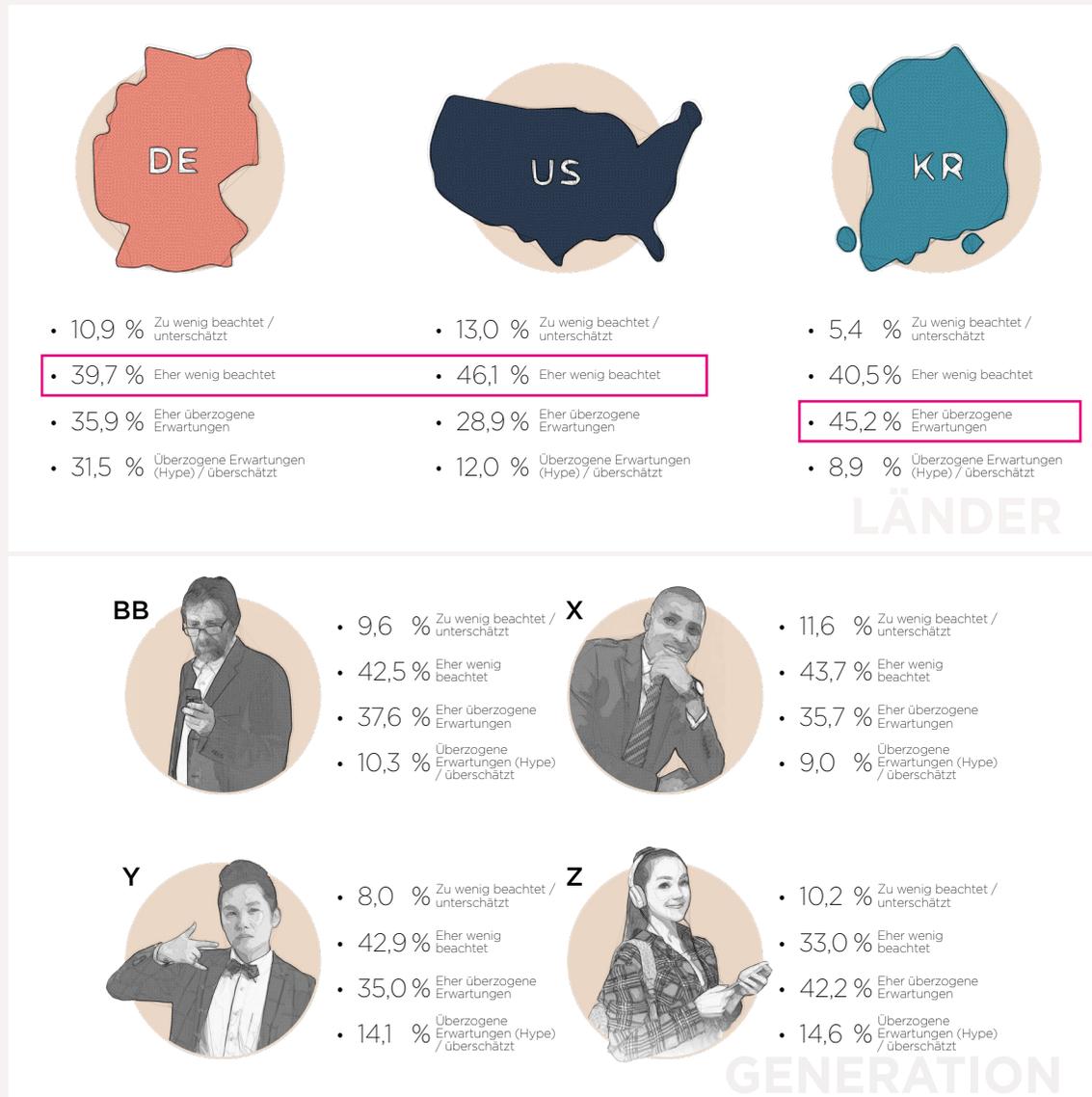
Die öffentliche Wahrnehmung der vernetzten Mobilitätsdienste wird generationenübergreifend, ausgewogen bewertet. Ungefähr 75 % der Befragten geben statt einer eindeutigen Meinung nur eine Tendenz in Richtung unzureichender oder übertriebener Erwartung an. Demnach kann davon ausgegangen werden, dass den vernetzten Mobilitätsdiensten eine adäquate Beachtung in der Gesellschaft geschenkt wird. Im direkten

Ländervergleich würden sich Deutsche und US-Amerikaner jedoch eher mehr Diskurs wünschen, Südkoreaner hingegen

3.3.3 Fazit:

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass vernetzte Mobilitätsdienste ein grundsätzlich sinnvoll und nutzenstiftender Mobilitätstrend sind. Die Thematik ist sowohl aus Anbieter-, als auch der Nutzersicht durchaus relevant. Erstere haben sich auf den internationalen Märkten weitgehend etabliert und sind mit ihren entsprechenden Angeboten in der Regel sehr erfolgreich. Inwiefern die Bündelung solcher Dienste im Sinne einer holistischen MaaS-Anwendung einen Durchbruch erleben wird, muss sich allerdings noch zeigen. Von Seiten der Nutzer steht dem zumindest nichts entgegen, da vernetzte Mobilitätsdienste von zwei Dritteln der Befragten, unabhängig ihres Alters, als durchaus nützlich angesehen werden. Interessanterweise fällt auf, dass die Skepsis gegenüber solchen Dienstleistungen in Deutschland noch am größten ist, obwohl das Angebot dort im Drei-Länder-Vergleich eher als überdurchschnittlich angesehen werden kann.

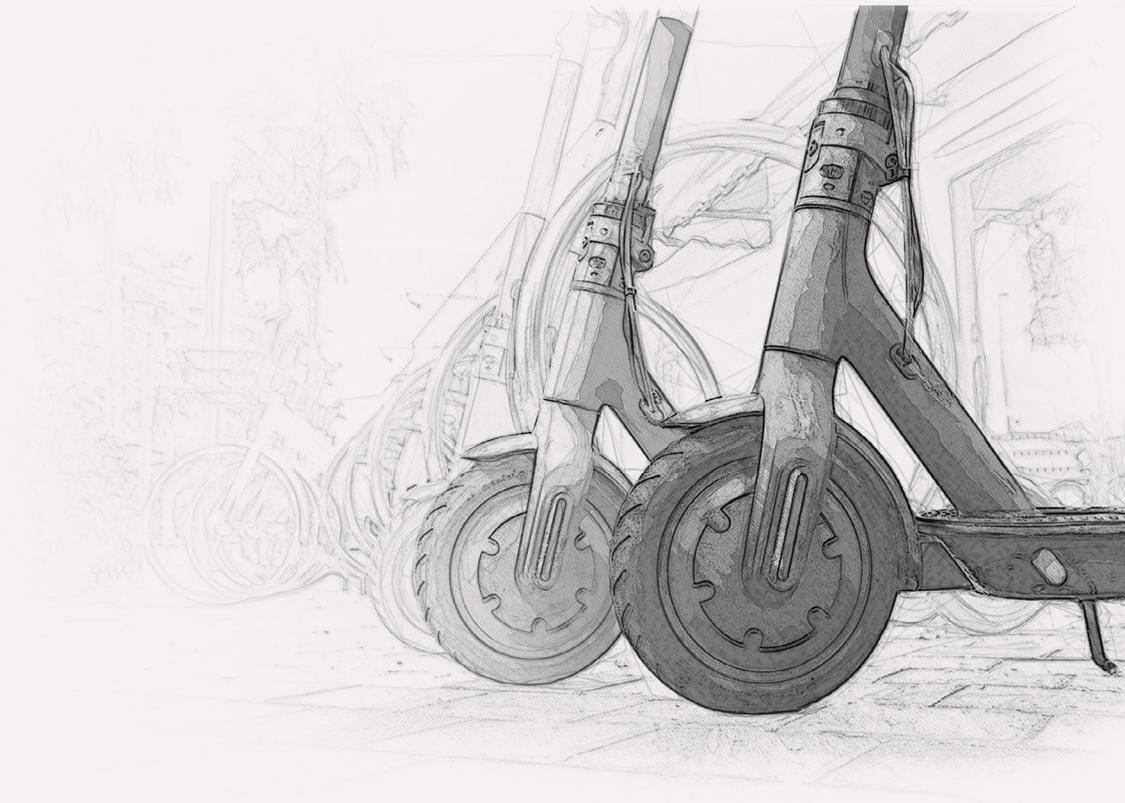
Abbildung 16 - Wie würden Sie die derzeitige gesellschaftliche Diskussion und die generellen Erwartungen in Bezug auf vernetzte Mobilitätsdienste beschreiben?



TECHNOLOGIEFELD

3.4 E-TRETROLLER

Als E-Tretroller oder umgangssprachlich auch oft auch „E-Scooter“ werden in dieser Studie elektrisch angetriebene, zweirädrige (in Einzelfällen auch dreirädrige) Tretroller mit einer Lenk- und Haltestange verstanden, welche stehend gefahren werden. Im deutschen Rechtsraum gehören sie offiziell der Fahrzeugklasse der Elektrokleinstfahrzeuge (eKF) an, welche unterhalb der L1e-Klasse angesiedelt ist. Umgangssprachlich wird vereinfachend und klassenübergreifend oft von „Mikromobilitätsfahrzeugen“ gesprochen. Ihr Fokus und Einsatzzweck liegt vor allem auf der komfortablen Überbrückung der sogenannten ersten und letzten Meile, beispielsweise von der Bushaltestelle bis zum Zielort, um den innerstädtischen, öffentlichen Nahverkehr zu ergänzen. Demnach sind die Fahrzeuge meistens nicht im Privatbesitz, sondern im Sinne vernetzter Mobilitätsdienste in einem Sharing-System eingesetzt.



TRL: 8



3.4.1 Status quo

In Deutschland dürfen E-Tretroller eine maximale Höchstgeschwindigkeit von 20 km/h nicht überschreiten und nur von einer Person einzeln gefahren werden, welche mindestens 14 Jahre alt ist. Eine Benutzung ist nur auf Radwegen, oder falls nicht vorhanden der Fahrbahn bzw. dem Seitenstreifen erlaubt. Das Fahren auf Gehwegen ist in Deutschland nicht gestattet. Seit Juni 2019 ist dies in der Elektrokleinstfahrzeuge-Verordnung bundesweit geregelt [93]. In den USA sind die entsprechenden Regelungen in jedem Bundesstaat unterschiedlich und variieren stark in ihrer Ausgestaltung. So gibt es unterschiedliche Höchstgeschwindigkeiten (z.B. 15 mph in Kalifornien, 20-25 mph in Michigan), verschiedene Führerschein- und Helmpflichten in einzelnen Staaten, unterschiedliche Altersfreigaben (z.B. ab 16 Jahren in Nevada, ab 18 Jahren in Oregon) und spezifische Regelungen für das Fahren auf Gehwegen und Straßen [94].

In Südkorea sind die E-Tretroller einem Motorrad gleichgestellt, jedoch darf die Höchstgeschwindigkeit von 25 km/h nicht überschritten werden und eine Nutzung

sollte ebenfalls auf Fahrradwegen erfolgen [95].

E-Tretroller prägen zunehmend das Stadtbild vieler deutscher und europäischer Städte. Im Schnitt werden die Roller für eine Entfernung von rund 1,8 km genutzt [96]. Seit der Öffnung deutscher Straßen für E-Tretroller im Juni 2019, haben sich einige Anbieter mit entsprechenden Sharing-Angeboten auf dem Markt etabliert. So sind in Deutschland vor allem Tier, Voi, Circ und Lime vertreten, daneben gibt es eine Reihe kleinerer und teilweise lokaler Anbieter. Gegenüber dem Geschäftsmodell des Sharings erscheint ein privater Besitz von E-Tretrollern in Deutschland nicht sonderlich verbreitet. Die beiden Anbieter Tier und Lime gaben im September 2019 an, drei Monate nach dem Start in Deutschland bereits über drei Millionen registrierte Nutzer zu verfügen [97]. Der weltweite Ursprung des E-Tretroller Sharings liegt in Portland, USA, wo bereits im Jahr 2017 durch die beiden Firmen Lime und Bird ein entsprechendes Angebot im Rahmen eines Pilotprojekts etabliert wurde [98]. Diese beiden Firmen sind auch heute noch die dominierenden Anbieter in den USA, durch Uber und

sein Jump genanntes Angebot kam zwischenzeitlich noch ein dritter großer Anbieter auf dem amerikanischen Markt hinzu. Inzwischen gab Uber seine Jump Sharing Angebote an den Konkurrenten Lime ab [99]. Der südkoreanische Markt des E-Tretroller Sharings wird hauptsächlich durch die vier Anbieter KickGoing (aus Südkorea), Beam (aus Singapur) Wind (aus Deutschland) und Lime (aus USA) beherrscht [100, 101]. Die unterschiedlichen Anbieter der E-Tretroller Sharing-Plattformen beziehen die Roller nahezu alle von den selben Herstellern aus China. Ninebot, Xiaomi und Okai sind die weltweit größten Hersteller von elektrischen Tretrollern und teilen sich den Markt nahezu zu dritt auf [102, 103].

Nach Schätzungen des Korean Transport Institute könnte sich das Marktvolumen für elektrische Tretroller in Südkorea bis zum Jahr 2022 auf 500 Millionen US-Dollar belaufen [101]. Für den gesamten europäischen Markt bis zum Jahr 2030 errechnet McKinsey ein mögliches Marktpotential von 100 bis 150 Milliarden US-Dollar, äquivalent für den amerikanischen Markt gibt die Beratung einen potentiellen Markt von 200 bis 300

Milliarden US-Dollar an [104].

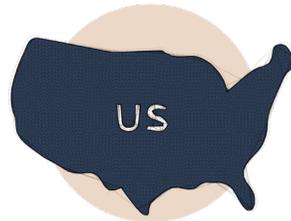
Ein oftmals angesprochener Kritikpunkt an den bestehenden E-Tretroller Angeboten sowie den dahinterstehenden Anbietern ist die mangelnde Kommunikation mit den verantwortlichen Stadtverwaltungen. Auch das resultierende chaotische Straßenbild, welches sich durch überall und zufällig abgestellte bzw. umgefallene Roller ergibt. Aus Paris mehrten sich im Sommer 2019 sogar Berichte über E-Tretroller welche in das Flussbett der Seine geworfen wurden [105, 106].

In Anbetracht des aktuellen Standes und der derzeitigen Marktsituation der E-Tretroller darf von einer technologischen Reife gemäß TRL 8 ausgegangen werden. Die Anzahl unterschiedlicher Sharing-Anbieter sowie die Verbreitung in den unterschiedlichen Märkten lassen auf ein »qualifiziertes und nachweislich funktionstüchtiges System« schließen. Ob der Einsatz der Fahrzeuge letztlich als erfolgreich bezeichnet werden kann, muss in Anbetracht der relativ neuartigen Markteinführung im Mobilitätssystem und vor dem Hintergrund einer möglichen Marktkonsolidierung durch die Corona-Krise noch abgewartet werden.

Abbildung 17 - Inwieweit glauben Sie, dass E-Tretroller für Sie nützlich sein könnten?



- 50,8 % Überhaupt nicht nützlich
- 25,7 % Weniger nützlich
- 13,5 % Eher nützlich
- 9,9 % Sehr nützlich



- 31,1 % Überhaupt nicht nützlich
- 24,3 % Weniger nützlich
- 22,5 % Eher nützlich
- 21,3 % Sehr nützlich



- 10,8 % Überhaupt nicht nützlich
- 38,1 % Weniger nützlich
- 35,0 % Eher nützlich
- 16,2 % Sehr nützlich

LÄNDER

BB



- 45,7 % Überhaupt nicht nützlich
- 29,5 % Weniger nützlich
- 15,4 % Eher nützlich
- 9,5 % Sehr nützlich

X



- 34,6 % Überhaupt nicht nützlich
- 31,0 % Weniger nützlich
- 23,7 % Eher nützlich
- 10,8 % Sehr nützlich

Y



- 18,6 % Überhaupt nicht nützlich
- 27,5 % Weniger nützlich
- 29,9 % Eher nützlich
- 24,0 % Sehr nützlich

Z



- 11,2 % Überhaupt nicht nützlich
- 30,1 % Weniger nützlich
- 32,5 % Eher nützlich
- 26,2 % Sehr nützlich

GENERATION

TECHNOLOGIEFELD 3.4 E-TRETROLLER

3.4.2 Ergebnisse der Nutzerbefragung

Bei einem Blick auf die Umfrage zeigt sich, dass der erwartete Nutzen bzw. Mehrwert der E-Tretroller für die einzelnen Nutzer in Deutschland über alle Altersgruppen hinweg als sehr gering angesehen wird. Mehr als 50 % der Befragten in Deutschland erwarten sich keinen Nutzen von dieser neu aufkommenden Mobilitätsform. Das Bild in Südkorea und den USA ist etwas breiter gestreut, einen hohen Nutzen sieht jedoch in jedem der drei Länder jeweils nur ein kleiner Teil der Befragten. Über alle Länder hinweg erwarten sich die beiden älteren Generationen übereinstimmend am wenigsten Nutzen von E-Tretrollern. Interessanterweise sieht die Mehrheit der jüngeren Generationen ebenfalls einen lediglich begrenzten Mehrwert in den Rollern.

Angesprochen auf erwartete Ängste, Hemmnisse oder Befürchtungen gegenüber dieser neuartigen Mobilitätsform, sind in den USA die geringsten Bedenken zu erkennen. Rund 28% gaben dort generationenübergreifend an, keine Befürchtungen zu haben. Die Mehrheit der Südkoreaner hingegen äußerte sich mit rund 37% als eher bedenklich gegenüber einer Nutzung der E-Tretroller. Unabhängig der Herkunft gaben alle vier Generationen jedoch mehrheitlich an, eher geringe Ängste hinsichtlich einer Nutzung dieses Fortbewegungsmittels zu besitzen.

Abbildung 18 - Wie stark wären Ihre Befürchtungen oder gar Ängste, wenn Sie an die Nutzung eines Elektro-Tretrollers denken?

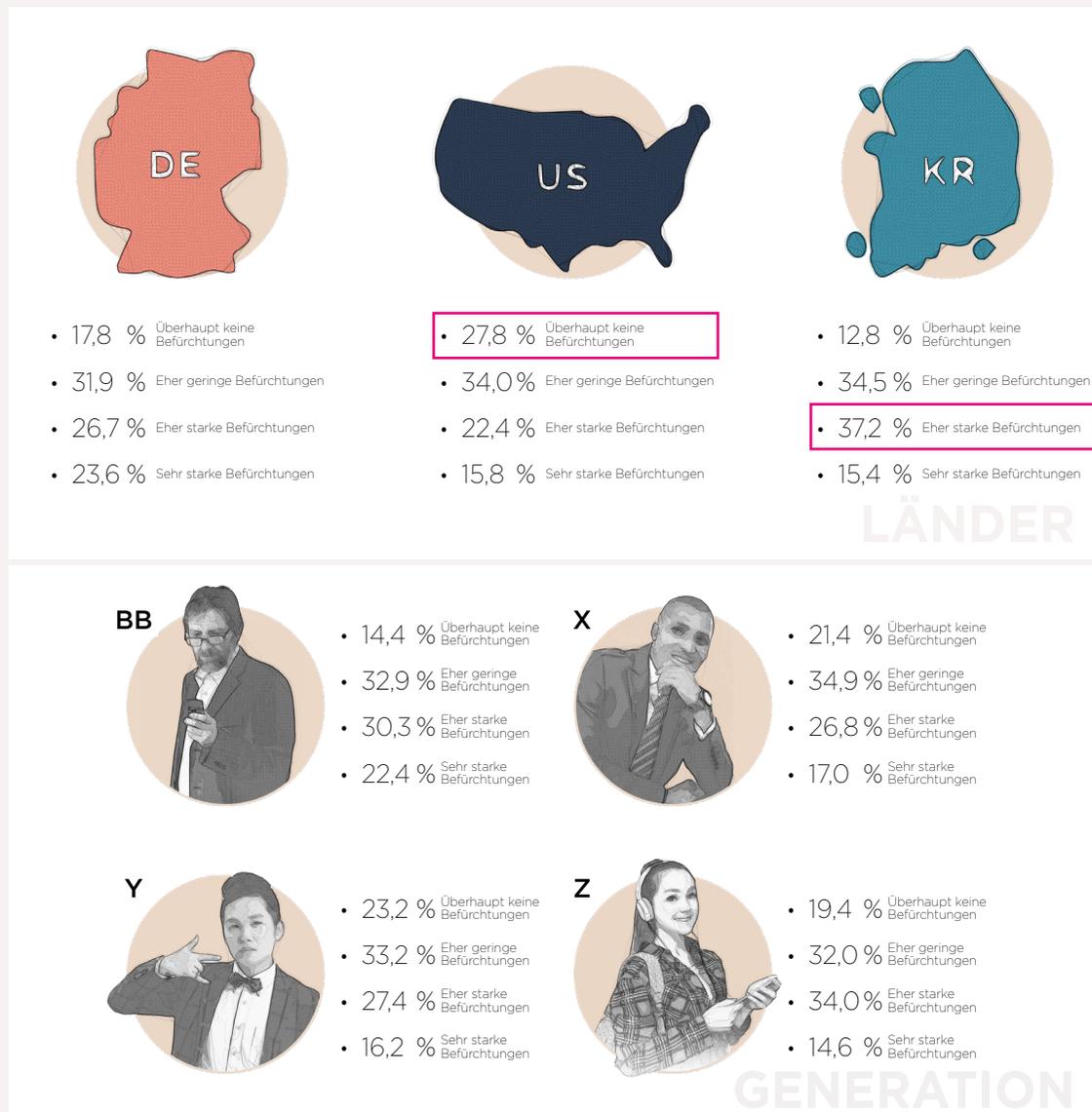
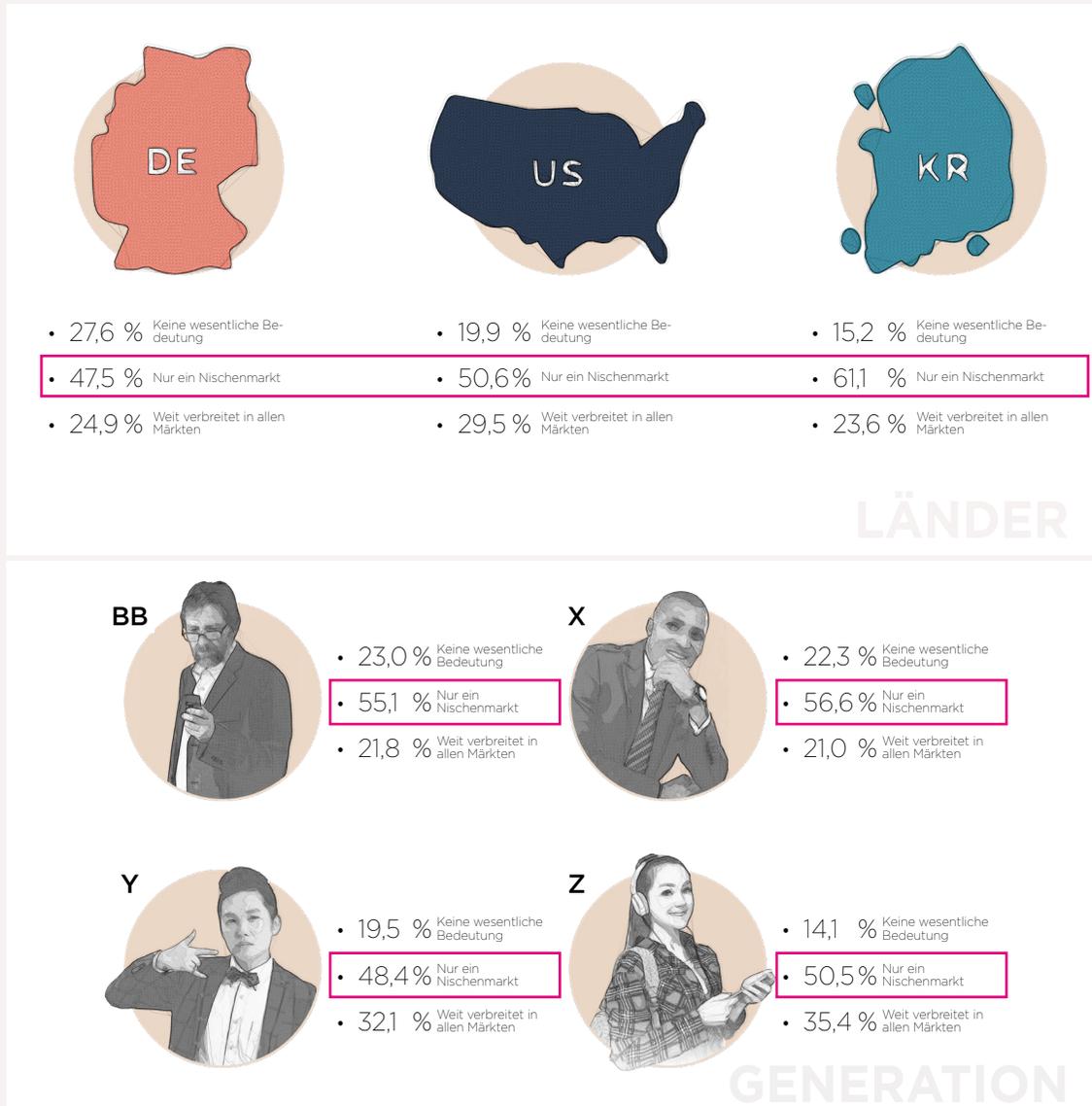


Abbildung 19 - Welche Bedeutung würden Sie dem Elektro-Tretroller auf dem Mobilitätsmarkt in 10 Jahren zuschreiben?



TECHNOLOGIEFELD 3.4 E-TRETROLLER

Im Hinblick auf die zukünftige Bedeutung des E-Tretrollers für das gesamte Mobilitätssystem im Jahr 2030, halten die Befragten sowohl alters- als auch länderübergreifend lediglich einen Nischenmarkt für realistisch.

Schlussendlich werden E-Tretroller vor allem in Deutschland mit einer großen Mehrheit von rund 80 % als (eher) überzogenes Hype-Thema betrachtet, an welches derzeit zu hohe Erwartungen geknüpft werden. Dies könnte an der anfänglich starken medialen Präsenz des neuen Angebots liegen, sowie an der rapide ansteigenden Sichtbarkeit in deutschen Städten in Verbindung mit den oben genannten Problemen mit Stadtverwaltungen und Ordnungsämtern. Hingegen lässt sich in den USA erkennen, dass das Thema E-Tretroller dort eher in der gesellschaftlichen Diskussion als unterschätzt und wenig beachtet betrachtet wird. Über alle Länder hinweg ist interessanterweise zu erkennen, dass vor allem die jüngste Generation den elektrischen Tretroller im gesamtgesellschaftlichen Diskurs als am stärksten überbewertet wahrnimmt.

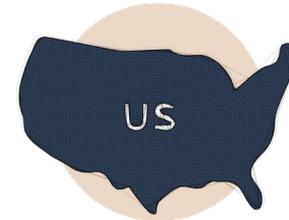
Abbildung 20 - Wie würden Sie die derzeitige gesellschaftliche Diskussion und die generellen Erwartungen in Bezug auf Elektro-Tretroller beschreiben?

3.4.3 Fazit:

Alles in allem lässt sich sagen, dass E-Tretroller in allen Ländern und Altersgruppen mehrheitlich als Nischenprodukt in einem zukünftigen Mobilitätsgesamtsystem gesehen werden. Vor allem in Deutschland sehen die Befragten, altersunabhängig, keinen Mehrwert für ihr tägliches Mobilitätsbedürfnis durch elektrische Roller. Auch wird dieses zukünftige Fortbewegungsmittel in der gesellschaftlichen Diskussion in Deutschland mehrheitlich als überbewertet wahrgenommen. In den anderen beiden Ländern werden die Erwartungen eher weniger überzogen eingeschätzt. Berührungsjüngste mit der neuen Technologie lassen sich vor allem in Südkorea erkennen. Landesunabhängig geben jedoch die Mehrheiten aller Generationen an, eher weniger Bedenken hinsichtlich einer möglichen Nutzung von E-Tretrollern zu haben. Eine erfolgreiche und langfristige Etablierung der E-Tretroller als Baustein in zukünftigen Mobilitätssystemen muss sich somit auch aus Nutzersicht erst noch entwickeln. Dies deckt sich letztlich mit dem technologischen Reifegrad nach TRL 8, wobei ein Erfolgsnachweis noch zu erbringen ist.



- 6,7 % Zu wenig beachtet / unterschätzt
- 17,2 % Eher wenig beachtet
- 37,1 % Eher überzogene Erwartungen
- 39,0 % Überzogene Erwartungen (Hype) / überschätzt



- 19,5 % Zu wenig beachtet / unterschätzt
- 43,1 % Eher wenig beachtet
- 23,7 % Eher überzogene Erwartungen
- 13,6 % Überzogene Erwartungen (Hype) / überschätzt



- 9,4 % Zu wenig beachtet / unterschätzt
- 39,5 % Eher wenig beachtet
- 40,9 % Eher überzogene Erwartungen
- 10,1 % Überzogene Erwartungen (Hype) / überschätzt

LÄNDER



- 10,7 % Zu wenig beachtet / unterschätzt
- 32,0 % Eher wenig beachtet
- 35,3 % Eher überzogene Erwartungen
- 22,1 % Überzogene Erwartungen (Hype) / überschätzt



- 14,0 % Zu wenig beachtet / unterschätzt
- 33,3 % Eher wenig beachtet
- 33,1 % Eher überzogene Erwartungen
- 19,6 % Überzogene Erwartungen (Hype) / überschätzt



- 11,2 % Zu wenig beachtet / unterschätzt
- 36,5 % Eher wenig beachtet
- 31,3 % Eher überzogene Erwartungen
- 21,1 % Überzogene Erwartungen (Hype) / überschätzt

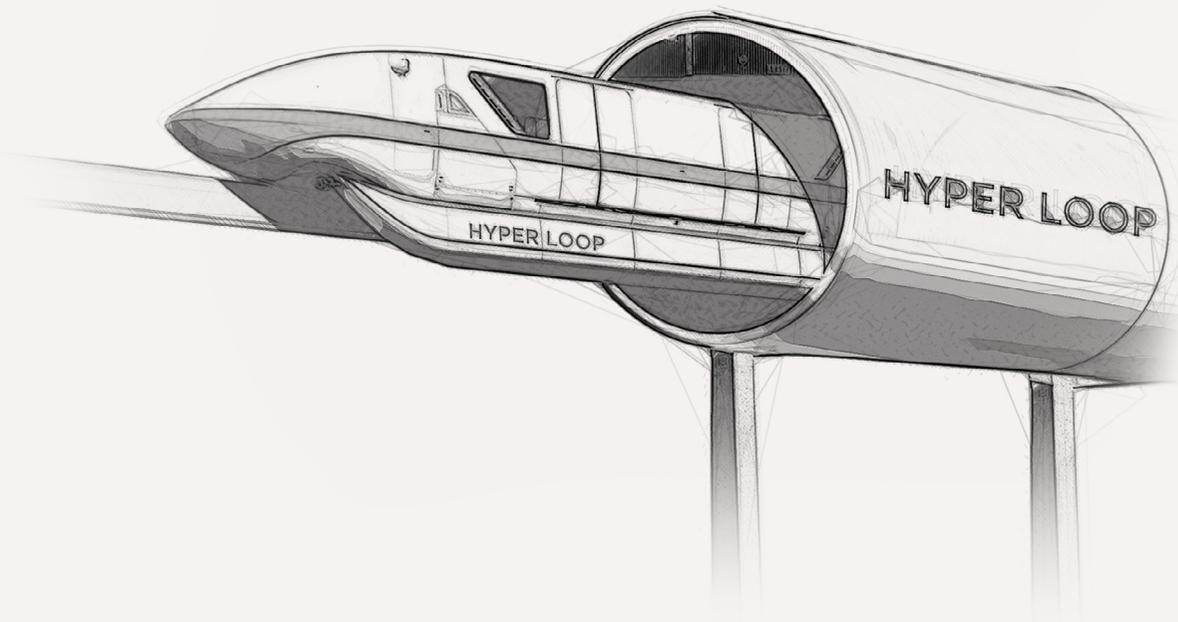


- 11,7 % Zu wenig beachtet / unterschätzt
- 26,7 % Eher wenig beachtet
- 40,8 % Eher überzogene Erwartungen
- 20,9 % Überzogene Erwartungen (Hype) / überschätzt

GENERATION

TECHNOLOGIEFELD 3.5 HYPERLOOP

Als Hyperloop wird eine Art Hochgeschwindigkeitszug bezeichnet, welcher anstelle eines Schienennetzes und traditioneller Wagons, kapselartige Passagierabteile und ein abgeschlossenes Luftröhrensystem zur Fortbewegung nutzt. In den nahezu evakuierten Röhren werden die Transportkapseln mittels eines Magnetschwebemechanismus weitestgehend reibungslos beschleunigt und durch das Funktionsprinzip elektromagnetischer Wirbelströme auf sehr hohe, konstante Reisegeschwindigkeiten gebracht. Die Idee ist grundsätzlich ähnlich zum bekannten Prinzip eines Transrapid bzw. einer Magnetschwebebahn. Der Hyperloop soll vor allem eine umweltfreundlichere Alternative zum Flugverkehr darstellen und dementsprechend in erster Linie für Langstrecken-Reisen eingesetzt werden.



TRL: 4



3.5.1 Status quo

Der Name Hyperloop und das Design innerhalb eines Röhrensystems ist auf den Tesla-Gründer und Mobilitätsvisionär Elon Musk zurückzuführen. Im Jahr 2013 präsentierte er in einem Whitepaper das Konzept einer Reisekapsel in einer luftdichtverschlossenen Röhre als Vision einer schnellen Verbindung zwischen den beiden Städten San Francisco und Los Angeles, welches er Hyperloop Alpha nannte [107]. Seit dem ersten Kursieren der Ideen zu einem Hyperloopkonzept vor rund sieben Jahre, gibt es mittlerweile eine überschaubare Anzahl relevanter Player, welche sich mit der konkreten Entwicklung dieses Mobilitätstrends beschäftigen.

Mit Virgin Hyperloop (zwischenzeitlich HyperloopOne) ist in den USA eine dieser Firmen aktiv, welche im Jahr 2014, basierend auf der Idee des Hyperloop Whitepapers, als Hyperloop Technologies gegründet wurde [108]. Nach eigenen Angaben soll das Virgin System bis zu 1.000 km/h erreichen können. In bisherigen 400 Testläufen welche das Unternehmen angibt, wurde auf der 500 Meter langen eigenen Teststrecke in

Nevada eine maximale Geschwindigkeit von 387 km/h erreicht [109]. Als weiteres amerikanisches Unternehmen errichtet Hyperloop Transportation Technologies (laut eigener Website auch HyperloopTT) derzeit im französischen Toulouse eine 320 Meter lange Teststrecke und ein dazugehöriges Forschungszentrum [110]. Gemeinsam mit dem TÜV Süd stellte HyperloopTT im Mai 2019 den Vorschlag eines ersten regulatorischen Rahmenwerks für Hyperloop-Systeme in der Europäischen Union vor [111]. Die kanadische Firma Transpod verkündete im Februar 2019 ebenfalls den Bau einer bis zu drei Kilometer langen Teststrecke in Frankreich [112]. Neuere Meldungen oder Veröffentlichungen zu einem Prototyp sind bislang nicht zu finden. Als erster europäischer Player arbeitet die niederländische Firma Hardt Hyperloop ebenfalls an einem solchen Konzept. Das erste 30 Meter lange Teilstück einer bis zu drei Kilometer geplanten Teststrecke ist bereits errichtet und wurde im Juni 2019 der Öffentlichkeit vorgestellt [113]. Zu weiteren Testergebnissen auf dieser Strecke liegen bisher keine Informationen vor. Im südkoreanischen Markt sind bisher keine relevanten Entwicklungen einer

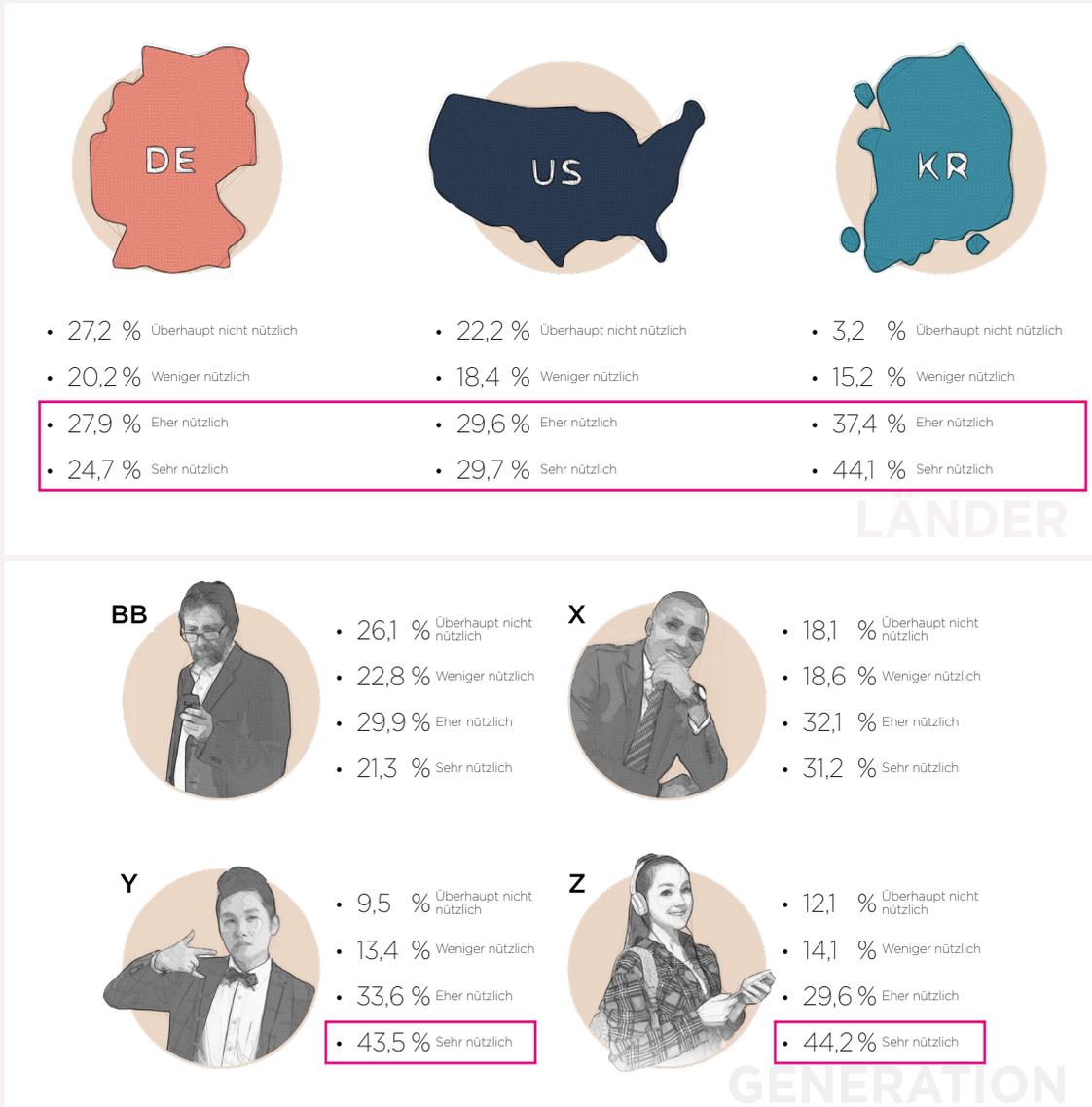
Hyperloop Technologie zu finden. Das koreanische Ulsan National Institute of Science and Technology (kurz Unist) hielt 2016 ein erstes Symposium zu Hyperloop Technologien ab und HyperloopTT gab 2017 eine Vereinbarung zur Untersuchung einer möglichen Strecke zwischen Seoul und Busan mit der koreanischen Regierung bekannt [114, 115]. Seither gab es jedoch keine weiteren Informationen zu beiden Initiativen.

Als weltweiter Wettbewerb zum Attraktiveren der Forschung an Hyperloop Technologien und als Plattform zur Präsentation universitärer Forschungsergebnisse verkündete die Firma SpaceX im Jahr 2015 Hyperloop Pod Competition. Die teilnehmenden Teams hatten zwei Jahre Entwicklungszeit, um einen Prototypen in kleinerem Maßstab zu erarbeiten. Die erste Wettbewerbsrunde auf der 1,2 Kilometer langen, eigens errichteten, Wettbewerbsstrecke startete 2017 [116]. Als Siegerteam aller bisherigen Wettbewerbe konnte sich dabei die TU München mit ihrem TUM Hyperloop (anfangs WARR Hyperloop) gegen alle anderen internationalen Konkurrenten durchsetzen. Aus dem Wettbewerb 2018

hält der TUM Hyperloop den aktuellen Weltrekord für die Maximalgeschwindigkeit eines Hyperloop-Konzepte mit 467 km/h [117].

Basierend auf dem beschriebenen Status quo erfüllt der Hyperloop die Bedingung eines »Versuchsaufbaus in Laborumgebung«, wie aktuellen Aktivitäten von Virgin Hyperloop, HyperloopTT oder auch der TUM Hyperloop zeigen. Demnach kann der technologische Reifegrad des Hyperloops einem Niveau gemäß TRL 4 zugeordnet werden.

Abbildung 23 - Inwieweit glauben Sie, dass der Hyperloop für Sie nützlich sein könnte?



TECHNOLOGIEFELD 3.5 HYPERLOOP

3.5.2 Ergebnisse der Nutzerbefragung

Die Ergebnisse der Nutzerbefragung zeigen hinsichtlich der Nützlichkeit bzw. des Mehrwertes dieser neuen Transportform vor allem bei den südkoreanischen Teilnehmern hohe bis sehr hohe Erwartungen. Rund 80 % der koreanischen Probanden sehen einen Hyperloop als eher bzw. sehr nützlich an. Die beiden anderen Märkte zeigen sich ausgeglichener, mit einer leichten Tendenz zu einer erkennbaren Nützlichkeit. Länderübergreifend wird ein Hyperloop System vor allem von den beiden jungen Generationen Y und Z überwiegend als nutzenstiftend erachtet. In beiden Altersgruppen gaben jeweils mehr als 43 % an, sogar ein sehr nützlichem Erwartungsbild zu haben.

Nach ihren Ängsten und Befürchtungen bei einer möglichen Nutzung eines Hyperloops befragt, zeigten die Teilnehmer aller Länder ein sehr ausgeglichenes Stimmungsbild und mehrheitlich eher geringe Bedenken. Sehr starke Bedenken wurden in allen Ländern lediglich von weniger als 20 % der Personen geäußert. Bei den länderübergreifenden Altersgruppen ist eine ähnliche Einschätzung zu erkennen. Interessanterweise haben allerdings über ein Drittel der Koreaner noch eher starke Befürchtungen, was womöglich an den sehr eingeschränkten Hyperloop-Aktivitäten in dieser Region liegen könnte. Außerdem gibt bei der jüngsten Generation Z mit 21,4 % mehr als ein Fünftel der Teilnehmer an, sehr starke Befürchtungen gegenüber dieser Technologie zu haben.

Abbildung 24 - Wie stark wären Ihre Befürchtungen oder gar Ängste, wenn Sie an die Nutzung eines Hyperloops denken?

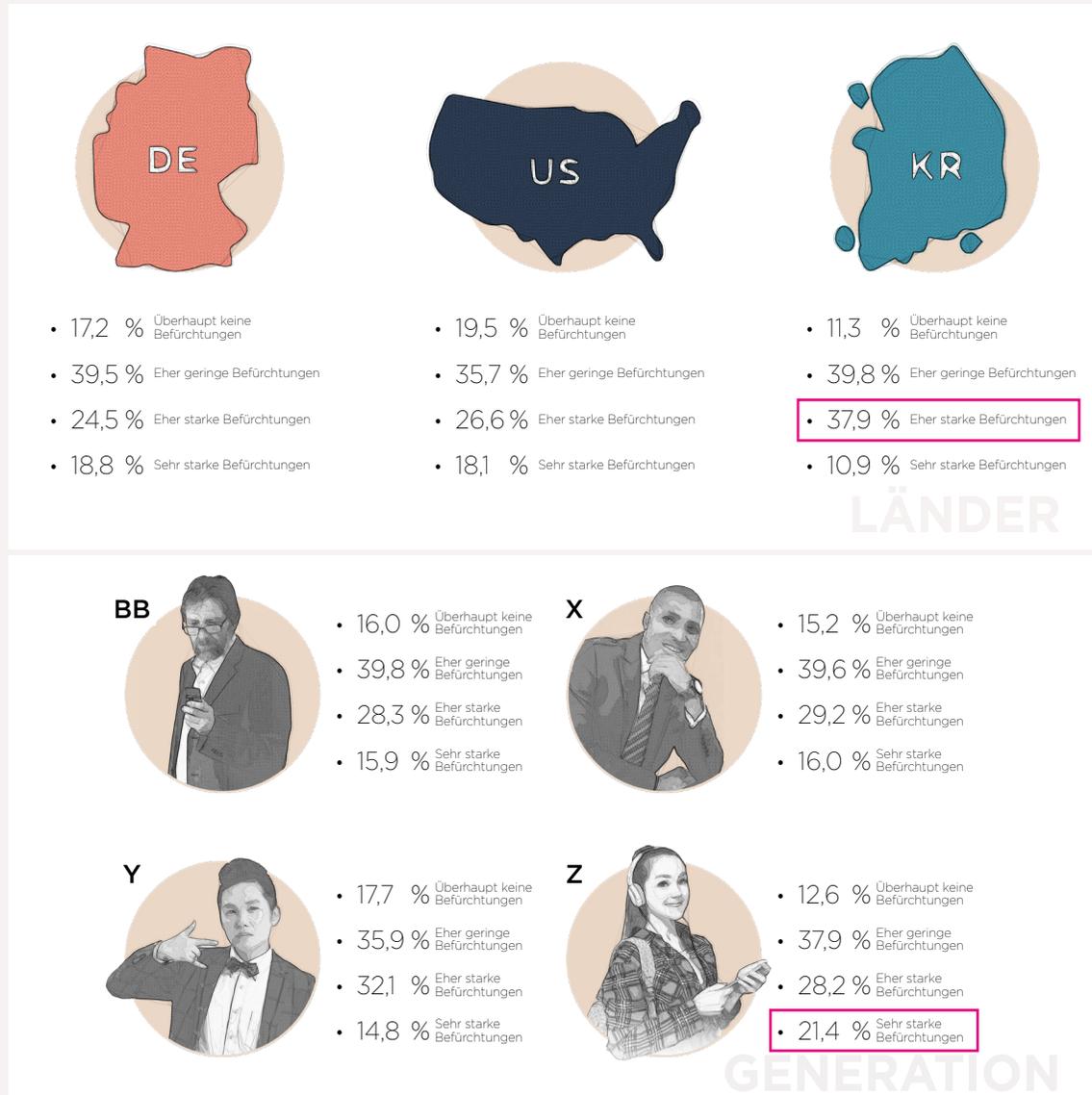


Abbildung 25 - Wie sieht diese Bedeutung des Hyperloops auf dem Mobilitätsmarkt in 20 Jahren aus?



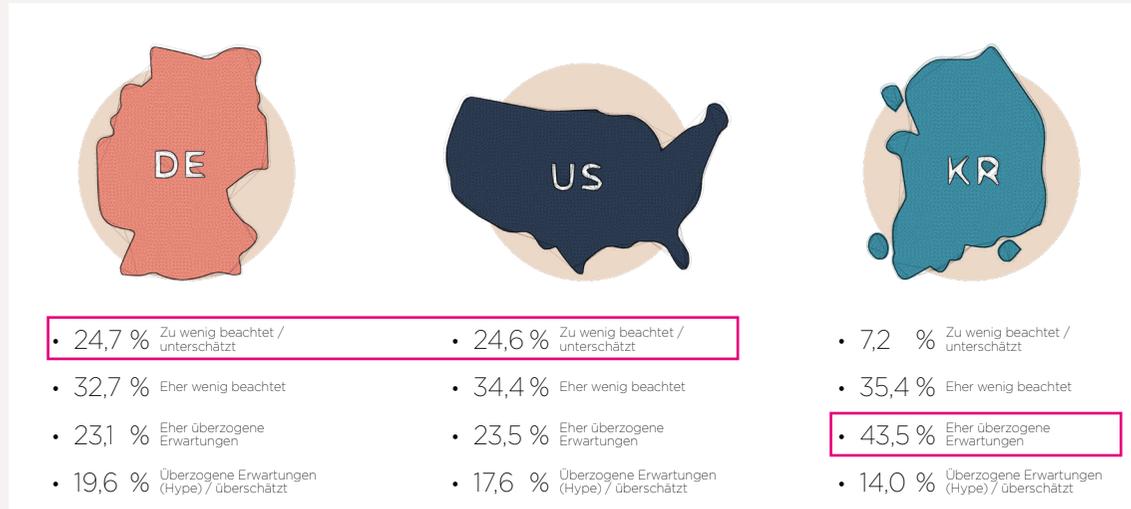
TECHNOLOGIEFELD 3.5 HYPERLOOP

Die Bedeutung des Hyperloops in einem ganzheitlichen Mobilitätsmarkt des Jahres 2040 sieht die große Mehrheit in allen drei Ländermärkten als gegeben an. Wenn auch die deutschen und amerikanischen Teilnehmer mit leichter Mehrheit eher einen Nischenmarkt sehen, so erwarten die koreanischen Probanden, trotz ihrer aktuellen Befürchtungen hinsichtlich dieser Technologie, mit 50 % Zustimmung eine weite Verbreitung des Hyperloops in allen Märkten des Jahres 2040. Die Altersgruppen der Babyboomer und Generation X sehen für Hyperloops mehrheitlich einen Nischenmarkt. Die jüngeren Generationen in allen drei Ländern erwarten allerdings mit über 50 % an einen Massenmarkt für diesen Mobilitätstrend in den kommenden 20 Jahren.

Bezüglich der derzeitigen gesellschaftlichen Diskussion und der generellen Erwartungen an ein Hyperloop Transportsystem, zeigt sich zwischen den drei Ländermärkten ein unterschiedliches Bild. In Deutschland und den USA empfinden jeweils rund 25 % der Teilnehmer die aktuelle öffentliche Darstellung als zu wenig beachtet und unterschätzt. In Südkorea sind dieser Meinung hingegen nur rund 7 % der Befragten. Im koreanischen Markt wird die gesellschaftliche Erwartungshaltung hingegen von rund

43 % der Teilnehmer als eher überzogen wahrgenommen. Bei den deutschen und amerikanischen Teilnehmern sind im Vergleich jeweils lediglich rund 22 % dieser Auffassung. Möglicherweise spiegelt dieses Bild auch den beschriebenen technologischen Status quo aktueller Hyperloop Entwicklungsaktivitäten wieder. In Südkorea ist dort bisher eher weniger Aktivität, was womöglich dazu führt, dass koreanische Teilnehmer bisher eher weniger Berührung mit der Thematik hatten und diese Mobilitätsform daher als neu und überzogen wahrnehmen. Bei den Altersgruppen zeigt sich länderübergreifend eher ein ausgeglichenes Meinungsbild. Allerdings empfindet die jüngste Generation Z im Vergleich zu den älteren Gruppen die derzeitigen Erwartungen an einen Hyperloop in der Gesellschaft mit mehr als 25 % als deutlich überzogener bzw. gehyped.

Abbildung 26 - Wie würden Sie die derzeitige gesellschaftliche Diskussion und die generellen Erwartungen in Bezug auf den Hyperloop beschreiben?



3.5.3 Fazit:

Grundsätzlich ist der erwartete Mehrwert eines Hyperloops von allen Befragten über die Länder und Altersgruppen hinweg mehrheitlich als hoch eingestuft worden. Auch bestehen bei den Nutzern übereinstimmend eher geringe Befürchtungen bezüglich einer persönlichen Nutzung eines Hyperloops. Jedoch wird der gesellschaftliche Diskurs in den deutschen und US-amerikanischen Märkten eher als unterbewertet wahrgenommen, wohingegen die koreanischen Teilnehmer ein Hyperloopsystem eher als überzogen einschätzen. Möglicherweise spiegelt dieses Bild auch den beschriebenen technologischen Status quo aktueller Hyperloop Entwicklungsaktivitäten wieder. In Südkorea ist dort im Vergleich zur USA und Europa eher weniger Aktivität erkennbar, was womöglich dazu führt, dass koreanische Teilnehmer bisher eher weniger Berührung mit der Thematik hatten, entsprechend stärkere Befürchtungen hegen und diese Mobilitätsform daher eher als neu und überbewertet wahrnehmen.

TECHNOLOGIEFELD

3.6 AUTONOME FLUGTAXIS

Die in diesem Kapitel thematisierten, autonomen Flugtaxi beschreiben unterschiedliche Konzepte für die Personenbeförderung auf Kurz- und Mittelstrecken in einer bodennahen Flughöhe und oftmals im urbanen Raum. Anders als traditionelle Helikopter kommen autonome Flugtaxi ohne Pilot aus und müssen nicht zwangsläufig einen Rotorantrieb besitzen. Im Gegensatz zu unbemannten Drohnen, wie sie zum Gütertransport oder Paketlieferverkehr angedacht sind, sollen hier vier bis fünf Personen befördert werden, vergleichbar mit traditionellen straßengebundenen Taxis. Weiter wird davon ausgegangen, dass die autonomen Flugtaxi mit elektrischer Energie betrieben werden, im Gegensatz zum sonst in der Luftfahrt üblichen Treibstoff Kerosin. Dies macht sie nicht nur umweltschonender, sondern auch geräuschärmer, also ideal für den urbanen Einsatz.



TRL: 3



3.6.1 Status quo

Neben der zunehmenden Elektrifizierung und Automatisierung von straßengebunden Fahrzeugen bis hin zu vollkommen autonomen Robotertaxis gibt es seit einiger Zeit ähnliche Bestrebungen im Bereich der Luftfahrt, autonome Flugtaxis einzuführen [118, 119]. Dem grundsätzlichen Konzept entsprechend, benötigen sie keine menschlichen Piloten, sondern fliegen autonom im bodennahen Raum (typischerweise Luftraum G, bis 2500 ft (= 762 m) über Grund) [120]. Aufgrund der Fähigkeit eines vertikalen Steig- und Sinkflug zu Landung und Start wird auch oft von VTOL (Vertical Take-off and Landing) oder eVTOL (electric Vertical Take-off and Landing) Flugkonzepten gesprochen [121]. Als Hauptanwendungsfeld von autonomen Flugtaxis wird derzeit vor allem der urbane Luftraum gesehen, weswegen als Synonym oftmals der übergreifende Begriff Urban Air Mobility gebraucht wird [120]. Neben dem einfachen Personentransport von A nach B gibt es nach Studien des Fraunhofer IAO jedoch zahlreiche Visionen ihres Einsatzes im Gesundheits- und Rettungswesen, der öffentlichen Ordnung, dem Umweltschutz oder der Industrie [118,

119]. Analysten von Porsche Consulting schätzen, dass im Jahr 2035 weltweit bereits etwa 23.000 Flugtaxis im Einsatz sein werden. Als Lead-Märkte werden dabei, aufgrund vermeintlicher politischer Rahmenbedingungen, Singapur, Dubai und China genannt [122].

Die Eroberung des urbanen Luftraums und die Entwicklungsaktivitäten für autonome Flugtaxis werden aktuell, rund um den Globus, von mehreren Firmen aktiv getrieben. Darunter sind sowohl etablierte Player aus der Luft- und Raumfahrtindustrie, neue Startups, aber auch Automobilhersteller und unterschiedliche cross-industry Kooperationen aus beiden Branchen. Nachfolgend wird dabei nur auf die für die drei betrachteten Märkte relevanten Konzepte eingegangen, darüber hinaus existieren eine große Mehrzahl an präsentierten Messe- und Showmodellen anderer Anbieter. Im deutschen Markt sind dabei zwei Startups zu nennen, welche in diesem noch jungen Mobilitätsfeld bereits etabliert scheinen. Die Firmen Volocopter und Lilium verfolgen dabei unterschiedliche Flugkonzepte. Während die teilweise von Daimler finanzierte

Firma Volocopter einen Multikopter-Ansatz mit mehreren Rotoren wählt [123], setzt Lilium auf ein mehrstrahliges Jet System mit schwenkbaren Tragflächen (engl.: tilt-wing) [124]. Der europäische Luftfahrtkonzern Airbus ist ebenfalls in diesem Feld aktiv, zunächst in Kooperation mit Audi, mittlerweile eigenständig [125]. Mit dem CityAirbus hat Airbus sowohl einen Multikopter in Erprobung [126], sowie mit dem Vahana Demonstrator auch ein tilt-wing-Konzept [127]. Auf dem südkoreanischen Markt gab beispielsweise der koreanische Automobilhersteller Hyundai Anfang 2020 eine Zusammenarbeit mit dem amerikanischen Fahrdienstleister Uber für ein elektrisches Urban Air Mobility Konzept bekannt, auch ein erster Prototyp wurde präsentiert. Diesen ersten Ankündigungen aus dem Januar 2020 zur Folge plant Hyundai zunächst keinen autonomen Flugservice, sondern hält im ersten Schritt einen Sitzplatz für einen Piloten vor [128]. Für den amerikanischen Markt entwickelt unter anderem der Helikopterhersteller Bell mit dem Nexus 6HX ein autonomes Flugtaxi-Konzept, welches jedoch als Hybrid-Antrieb sowohl für Kerosin als auch elektrisch konzipiert ist [129]. Mit Kitty

Hawk und Joby Aviation sind in Kalifornien ebenfalls zwei Startups im Bereich der eVTOL-Entwicklung aktiv. Kitty Hawk setzt hierbei auf eine strategische Partnerschaft mit Boeing, um die Erkenntnisse des autonomen Cora-Projektes weiter zu vertiefen [130]. Joby Aviation hat bisher keine Kooperationspartner veröffentlicht und weitestgehend ohne Publikationen an seiner Entwicklung eines eVTOL gearbeitet. Anders als viele Wettbewerber setzt auch Joby auf ein Flugtaxisystem mit Pilot [131]. Neben der Partnerschaft mit Kitty Hawk, gab der amerikanische Flugzeugbauer Boeing gemeinsam mit Porsche bekannt, partnerschaftlich den Markt und die technischen Möglichkeiten im Bereich Premium Urban Air Mobility untersuchen zu wollen [132].

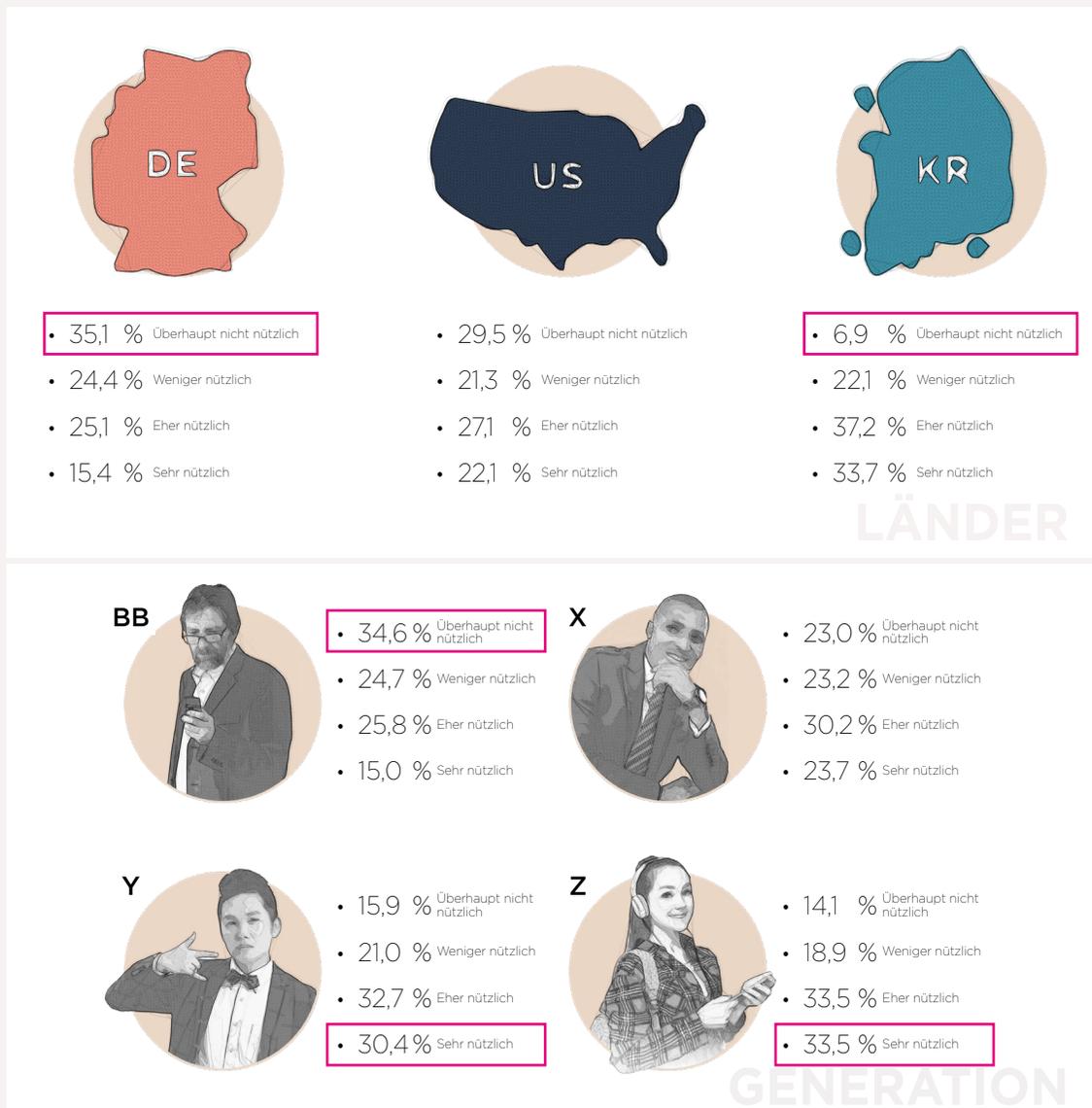
Einige der oben genannten Projekte absolvierten bereits erste Testflüge, teilweise auch unbemannt und autonom. So flog Volocopter als erster Hersteller im September 2019 in Stuttgart einen unbemannten, jedoch vom Boden ferngesteuerten, Demonstrationsflug über einem europäischen Stadtgebiet. Auch der Erstflug des Lilium Jets im Mai 2019 erfolgte vom Boden ferngesteuert [133].

Für weitere Testzwecke der unbemannten Flugtaxis werden derzeit unterschiedliche Testflächen etabliert. So wird beispielsweise in Deutschland unter anderem der Aufbau des Testfeldes Fliegen BW an den Standorten Lahr und Mengen bei Sigmaringen vom Baden-Württembergischen Wirtschaftsministerium gefördert [119, 134]. In den USA weist die Federal Aviation Administration (FAA) bereits seit dem Jahr 2016 in sieben Bundesstaaten Testflächen für unbemannte Flugsysteme aus, allerdings sind dieser bisher eher zum Test kleinerer Drohnen genutzt [135]. In Südkorea soll bis zum Jahr 2020 in der Gyeonggi Provinz ein Testfeld für unbemannte Flugkonzepte etabliert werden [136].

In Anbetracht des aktuellen Status quo ist der Mobilitätstrend hin zu autonomen Flugtaxi bisher noch nicht vollumfänglich in der Praxis demonstriert worden. Zwar gelangen erste unbemannte Testflüge elektrischer Flugkonzepte mit vertikalem Start und Landung, jedoch handelte es sich dabei nicht um autonome Systeme, sondern um vom Boden ferngesteuerte Prototypen. Demnach sind elektrische Flugtaxis zwar bereits in der Demonstrationsphase, das

Gesamtsystem autonomes Flugtaxi ist jedoch lediglich als Technologiekonzept formuliert, da bisherige Testflüge stets vom Boden ferngesteuert waren. Aufgrund der Aktivitäten unterschiedlicher Start-ups im Bereich autonomer Drohnen für Konsumenten Anwendungen, ohne Passagiertransport, kann man jedoch sagen, dass ein experimenteller Konzeptnachweis im kleinen Maßstab, gemäß TRL 3, bereits erfolgte. Firmen wie AeroVinci oder Percepto sind hier beispielsweise mit ihren Entwicklungstätigkeiten aktiv [137, 138].

Abbildung 27 - Inwieweit glauben Sie, dass ein autonomes Flugtaxi für Sie nützlich sein könnte?



TECHNOLOGIEFELD 3.6 AUTONOME FLUGTAXIS

3.6.2 Ergebnisse der Nutzerbefragung

Die Ergebnisse der Nutzerbefragung zeigen hinsichtlich des erwarteten Nutzens bzw. Mehrwerts ein breites Meinungsspektrum. Mit Blick auf die drei Länder ist vor allem ersichtlich, dass die befragten Personen aus Südkorea im Vergleich den höchsten Mehrwert in dieser neuen Mobilitätsform sehen. Geben lediglich 8 % der befragten Südkoreaner an, gar keinen Nutzen aus autonomen Flugtaxis ziehen zu können. Im deutschen Markt überwiegt jedoch genau diese Perspektive. Mit rund 35 % gab hier die Mehrheit der Befragten an, keinen Nutzen zu sehen. Der länderübergreifende Blick auf die Altersgruppen zeigt, dass vor allem die älteste Generation der Babyboomer keinerlei nützlichen Anwendungsfall eines autonomen Flugtaxis für sich entdecken kann. Bei den beiden jüngeren Generationen Y und Z gab hingegen die Mehrheit länderübergreifend an, dieses zukünftige Fortbewegungsmittel als eher bis sehr nützlich zu empfinden.

Abbildung 28 - Wie wahrscheinlich ist es, dass Sie in Zukunft ein autonomes Flugtaxi nutzen würden?

Gefragt nach der Wahrscheinlichkeit einer zukünftigen Nutzung autonomer Flugtaxis durch die Befragten, zeigt jedoch im Vergleich ein sehr differenziertes Bild. Obwohl die Südkoreaner mehrheitlich eine hohe Nutzenerwartung haben, gab mit 38 % die Mehrheit an, dass ihnen eine künftige, persönliche Nutzung dieses Transportmediums als eher unwahrscheinlich erscheint. Bei den deutschen und amerikanischen Befragten ist eine Bereitschaft zur Nutzung autonomer Flugtaxis hingegen sehr unwahrscheinlich. Kumuliert gaben in beiden Märkten jeweils 67 % der Befragten an, dies als überhaupt nicht wahrscheinlich bzw. eher unwahrscheinlich einzuschätzen. In allen drei Ländern gaben lediglich 9 % (DE) bis maximal 13 % (KR) an, eine künftige Nutzung als wahrscheinlich anzusehen. Beim Blick auf die Generationen ist vor allem die Gruppe der Babyboomer sehr pessimistisch was eine künftige Nutzungsbereitschaft angeht. Im Kontrast zur mehrheitlich großen Nutzenerwartung bei den jüngeren Generationen, ist jedoch die Nutzungsbereitschaft bei den beiden Generationen Y und Z ebenfalls eher gering. Über alle Länder gaben nur 15,3 % (Gen. Y) bzw. 18,4 % (Gen. Z) an, sehr wahrscheinlich ein autonomes Flugtaxi nutzen zu wollen.

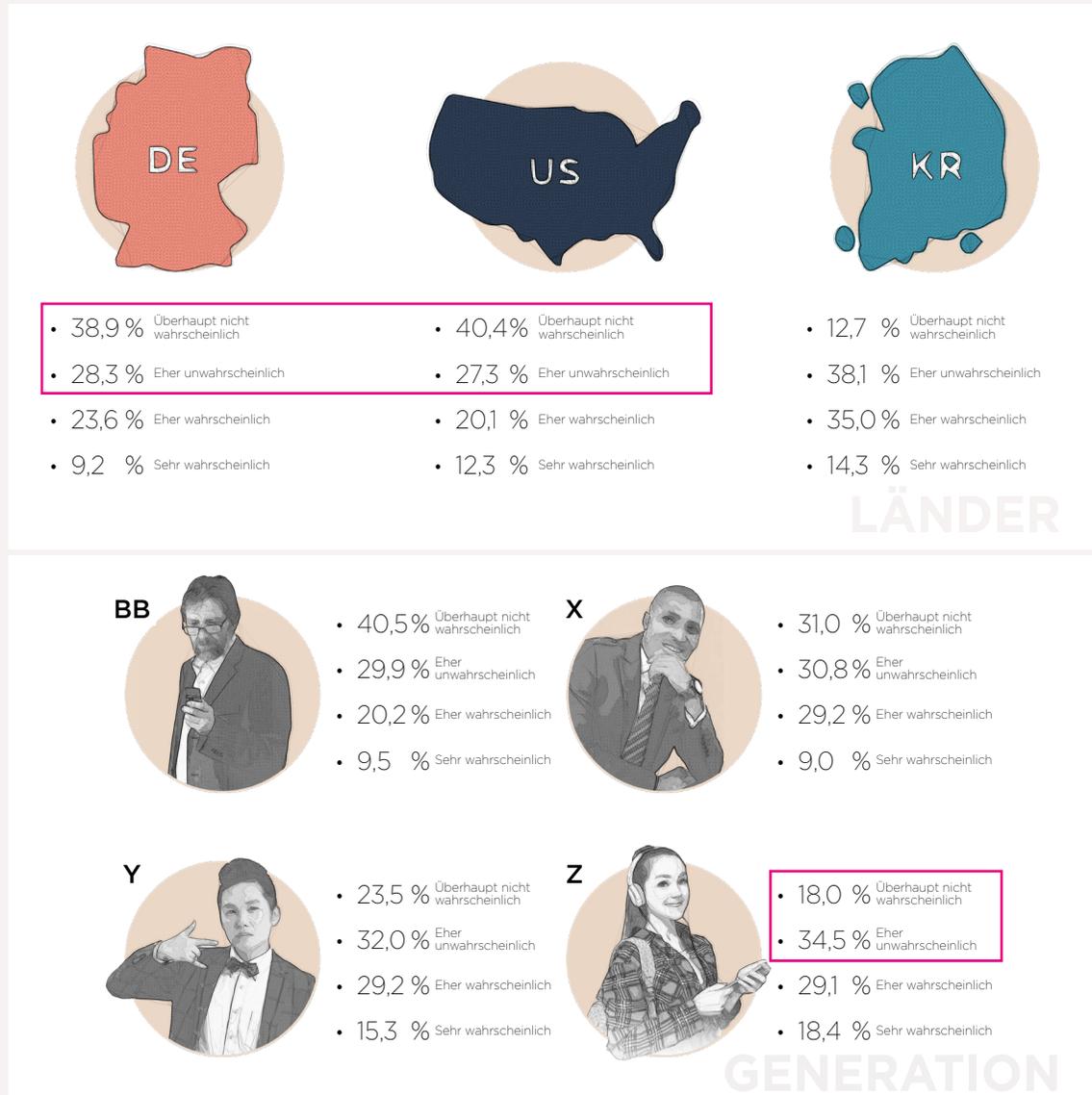
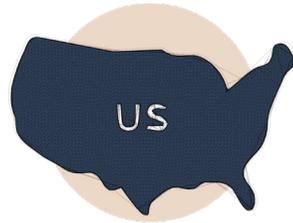


Abbildung 29 - Wie stark wären Ihre Befürchtungen oder gar Ängste, wenn Sie an die Nutzung eines autonomen Flugtaxis denken?



- 10,5 % Überhaupt keine Befürchtungen
- 27,9 % Eher geringe Befürchtungen
- 30,8 % Eher starke Befürchtungen
- 30,8 % Sehr starke Befürchtungen



- 8,0 % Überhaupt keine Befürchtungen
- 21,3 % Eher geringe Befürchtungen
- 30,7 % Eher starke Befürchtungen
- 40,0 % Sehr starke Befürchtungen



- 5,1 % Überhaupt keine Befürchtungen
- 23,6 % Eher geringe Befürchtungen
- 47,2 % Eher starke Befürchtungen
- 24,0 % Sehr starke Befürchtungen

LANDER

BB



- 8,6 % Überhaupt keine Befürchtungen
- 26,7 % Eher geringe Befürchtungen
- 30,9 % Eher starke Befürchtungen
- 33,7 % Sehr starke Befürchtungen

X



- 7,0 % Überhaupt keine Befürchtungen
- 25,1 % Eher geringe Befürchtungen
- 38,0 % Eher starke Befürchtungen
- 29,9 % Sehr starke Befürchtungen

Y



- 8,0 % Überhaupt keine Befürchtungen
- 21,3 % Eher geringe Befürchtungen
- 39,4 % Eher starke Befürchtungen
- 31,3 % Sehr starke Befürchtungen

Z



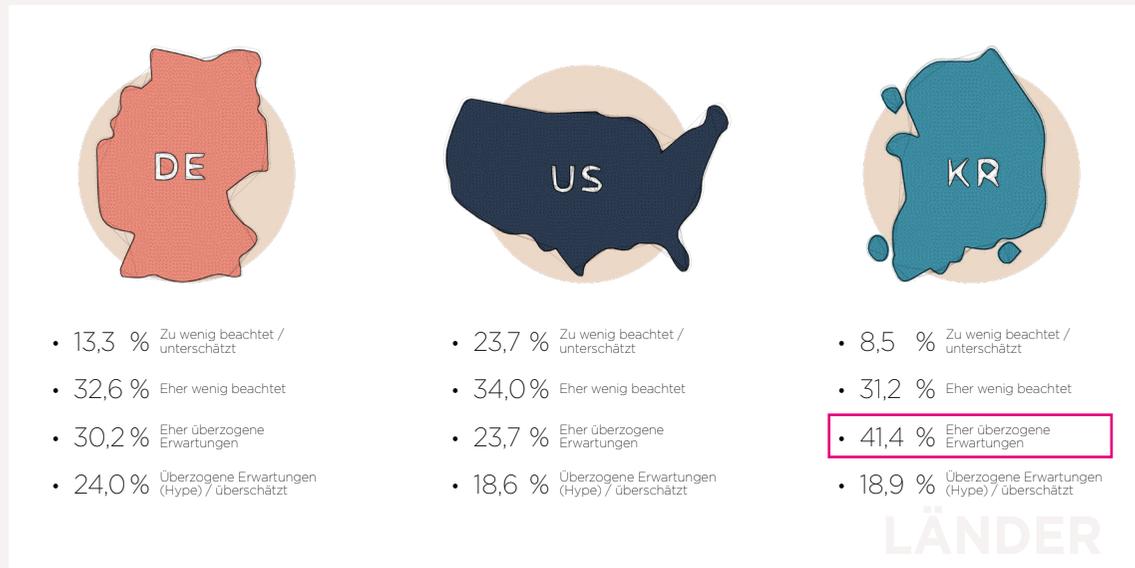
- 7,3 % Überhaupt keine Befürchtungen
- 22,8 % Eher geringe Befürchtungen
- 39,8 % Eher starke Befürchtungen
- 30,1 % Sehr starke Befürchtungen

TECHNOLOGIEFELD 3.6 AUTONOME FLUGTAXIS

Beim Blick auf Befürchtungen und Ängste gegenüber einer künftigen Nutzung autonomer Flugtaxis, zeigt sich ein recht klares Meinungsbild über alle Länder und Altersgruppen hinweg. Sowohl in Deutschland (60 %), als auch in den USA (70 %) und Südkorea (70 %) gab die große Mehrheit an, eher starke bzw. sogar sehr starke Befürchtungen im Hinblick auf eine persönliche Nutzung dieses Transportmittels zu haben. Auch bei den Altersgruppen waren sich alle Befragten einig, jede Generation gab mehrheitlich mit rund 65 % bis 70 % an, eher starke bis sehr starke Befürchtungen zu hegen.

In Betracht des gesamtgesellschaftlichen Bildes und der Wahrnehmung der öffentlichen Diskussion zu autonomen Flugtaxis wird diese als relativ ausgewogen wahrgenommen. In Südkorea ist eine leichte Tendenz hin zu einer eher überzogenen Erwartung aufgrund der öffentlich Diskussion zu erkennen. In den USA hingegen gab knapp ein Viertel der Befragten an, die gesellschaftliche Wahrnehmung des Themas als unterschätzt einzuordnen. Die Altersgruppen über alle Länder hinweg zeigten ein einheitliches, ausgewogenes Bild. Lediglich die jüngste Generation Z empfindet die generellen Erwartungen mit rund 39 % als etwas zu überzogen.

Abbildung 30 - Wie würden Sie die derzeitige gesellschaftliche Diskussion und die generellen Erwartungen in Bezug auf das autonome Flugtaxi beschreiben?



3.6.3 Fazit:

Abschließend lässt sich zusammenfassen, dass die künftigen Nutzer autonomer Flugtaxis derzeit über alle Befragungsgruppen hinweg vor allem hohe Bedenken gegenüber diesem Mobilitätstrend hegen. Dies zeigt sich auch darin, dass selbst die jüngeren Befragungsgruppen, welche eine hohe Nutzenerwartung und große Mehrwerte der Technologie sehen, eine persönliche Nutzung dennoch nicht als wahrscheinlich einschätzen. Unklar ist noch, ob dies schlichtweg an den bestehenden Befürchtungen liegt oder auch finanzielle Bedenken eingeflossen sind. Dieses Meinungsbild der Nutzer passt ebenfalls zu dem niedrigen technologischen Reifegrad, welcher einer TRL-Stufe 3 zuzuweisen ist. So sind autonome Flugtaxis zum urbanen Personentransport sowohl aus technologischer Sicht, wie auch aus Nutzersicht, bislang noch eher als Hype-Thema zu betrachten.

TECHNOLOGIEFELD

3.7 VIRTUELLE MOBILITÄT

Unter virtueller Mobilität versteht sich im Rahmen dieser Studie eine neue Form der Interaktion mit anderen Personen, welche physische Reisen zum Teil ersetzen kann. So lassen sich beispielsweise viele Fahrten oder Flüge im Rahmen von Geschäftsreisen vermeiden, indem dienstliche Besprechungen virtuell stattfinden und man von jedem beliebigen Ort aus daran teilnehmen kann. Diese neue Form der Mobilität verspricht nicht nur den Vorteil, realen Verkehr auf den Straßen zu reduzieren, sondern auch eine deutlich effizientere Arbeitsweise durch den Wegfall ungenutzter Reisezeit. Ermöglicht wird virtuelle Mobilität durch neuste Fortschritte im Bereich der Informations- und Telekommunikationstechnologie (IKT) sowie der Virtual Reality (VR) und Augmented Reality (AR), welche eine zunehmende Digitalisierung und Virtualisierung der Alltagsorganisation zur Folge haben. Die ansteigende Nutzung des Internets für vielzählige Tätigkeiten wie Einkäufe, Buchungen, Geldgeschäfte, Unterhaltung oder Kommunikation wird letzten Endes auch einen Wandel in unserem Mobilitätsverhalten hervorrufen.



TRL: 2



3.7.1 Status quo

Das Verständnis von virtueller Mobilität im Sinne einer nicht-physisch-räumlichen Mobilität existiert tatsächlich schon seit einigen Jahren und wurde insbesondere durch das Aufkommen und die zunehmende Verbreitung des Internets geprägt. Die Auffassung von Mobilität als recht eindeutige Bewegung von Personen oder Gütern an einen Ort ist seit dem Aufkommen von Leistungstransfers oder Software-Downloads über das Internet nicht mehr aktuell. Herkömmliche Absatz- und Transportwege haben sich in das Internet verlagert, genauso wie neue Formen der Kommunikation, beispielsweise via E-Mail oder Chat. Verallgemeinert kann virtuelle Mobilität somit als Überbegriff für potentiell verkehrsbeeinflussende IKT-Anwendungen verstanden werden, welche die physische Mobilität von Personen oder Gütern ersetzen und räumliche Distanzen nahezu irrelevant werden lassen [139, 140].

Die potenzielle Auswirkung auf das Mobilitätsverhalten und in Folge auf die Automobilindustrie ist offensichtlich und eine Auseinandersetzung mit diesem Trend unausweichlich. Der deutsche Hersteller

BMW befasst sich beispielsweise bereits seit 2002 mit der virtuellen Mobilität [141]. Einige Jahre später kommt eine Studie der herstellereigenen Forschungseinrichtung ifmo dennoch zu dem Ergebnis, dass IKT kein Ersatz für physischen Austausch oder gar das eigene Fahrzeug ist. Stattdessen würde Reisen dadurch effizienter und personalisierter werden [142].

Der rasante technologische Fortschritt im Bereich der IKT sorgt allerdings dafür, dass die Lage heute, weitere fünf Jahre später, bereits ganz anders aussieht. Neuste AR- und VR-Anwendungen vermitteln immer realitätsnähere Sinneseindrücke und ermöglichen beispielsweise die Besprechung in digitalen Konferenzräumen oder auch die virtuelle Begehung von Baustellen oder Produktionsanlagen. Auch virtuelles Reisen, und somit eine virtuelle Mobilität im Freizeitbereich, ist heutzutage durch moderne VR-Brillen und entsprechende 360°-Videoaufnahmen touristischer Reisezeile bereits möglich. Doch den womöglich entscheidenden Anstoß erfährt die virtuelle Mobilität durch die aktuellen, weltweit einschneidenden Veränderungen im Zuge der COVID-19 Pandemie. Eindämmungsmaßnahmen

und Sicherheitsvorkehrungen haben einen Großteil der Gesellschaft ins Home-Office verlagert und physischen Kontakt auf ein absolut notwendiges Minimum reduziert. Was zunächst nach einer unvorstellbaren Herausforderung klingt, klappt in den meisten Fällen mittlerweile sehr gut und wirft zunehmend die Frage nach der weiteren Sinnhaftigkeit bzw. Notwendigkeit von 5-Tage-Wochen im Büro oder vor allem Dienstreisen auf [143].

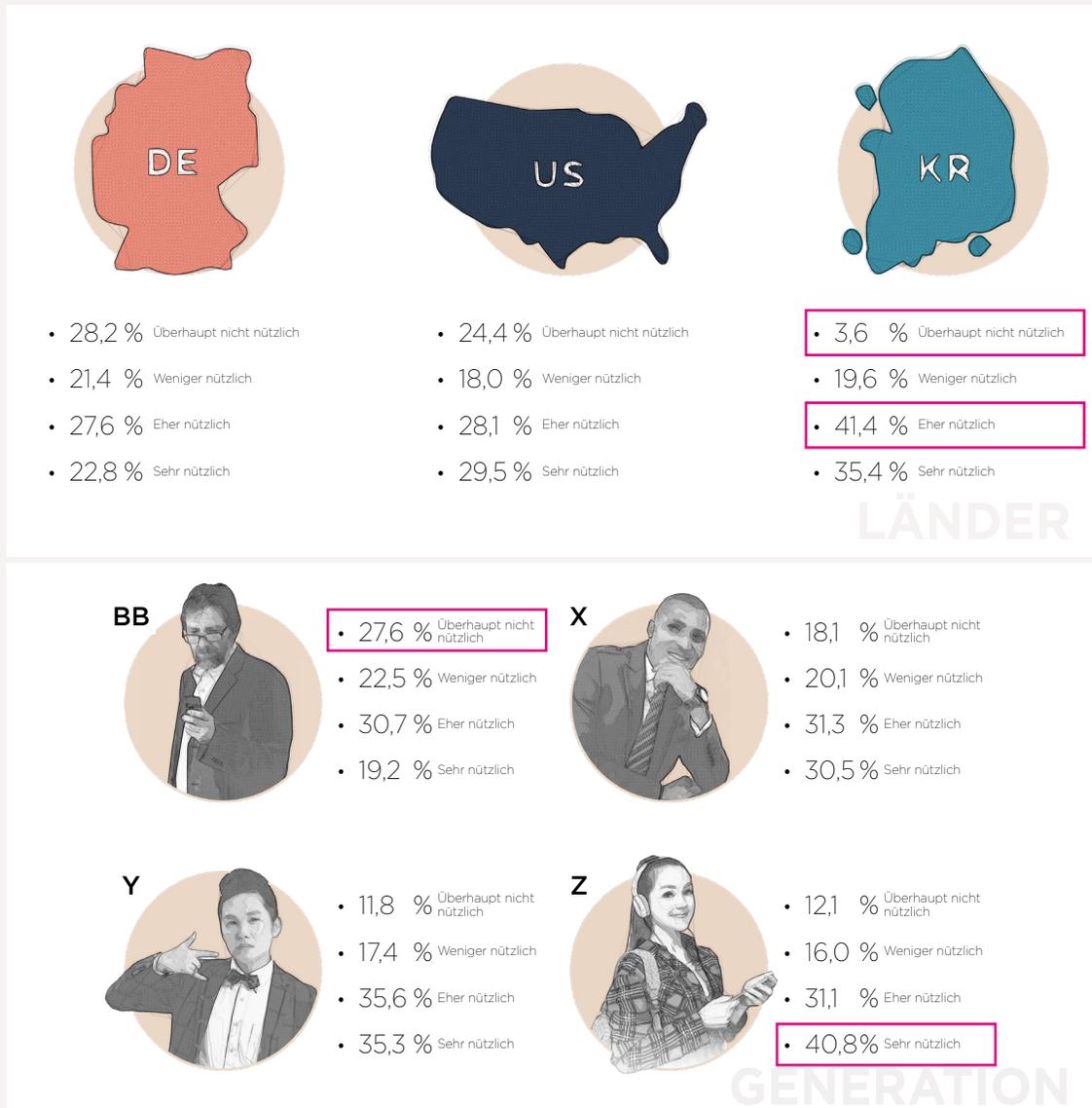
Nach wie vor unklar ist jedoch, inwiefern sich das heutige Automobil durch die virtuelle Mobilität und unter Umständen weitere, neue Mobilitätstrends verändern wird. Klar ist, dass IKT auch im Fahrzeug einen immer größeren Stellenwert hat. Start-ups wie Holoride haben bereits visionäre Ideen für AR- und VR-Anwendungen im Auto [144], welche insbesondere in Kombination mit dem vernetzten und autonomen Fahren vielversprechend sind. So ist es beispielsweise vorstellbar, dass auf dem Weg zu einem notwendigen physischen Termin schon an einem anderen, virtuellen Treffen teilgenommen werden kann. Aus dem heutigen Fahrzeug für physische Transporte von A nach B könnte in Zukunft ein hochtechnologisches System

werden, das Mobilität auf jegliche Weise unterstützt, virtuell wie physisch. Das Automobil wird zum Mobilitätsmodul.

Die Einordnung des technologischen Reifegrads der virtuellen Mobilität ist nicht trivial, da sie im Grunde mehrere Technologien miteinander vereint, welche unterschiedlich weit fortgeschritten sind. Die IKT ist bereits weit verbreitet und aus unserem Alltag nicht mehr wegzudenken. Diesem Bereich der virtuellen Mobilität müsse demnach bereits das TRL 9, als »in der Betriebsumgebung bewährtes, endgültiges System«, zugewiesen werden. Augmented und Virtual Reality-Anwendungen werden ebenfalls schon kommerziell vertrieben und entwickeln sich in Ihren Fähigkeiten zunehmend weiter. In diesem Bereich kann man also von TRL 8 sprechen. Im Fahrzeug wird AR in Form von Head-up-Displays ebenfalls schon vertrieben, allerdings ist der Umfang hier noch relativ gering. Die vollumfängliche Umsetzung von VR ist hingegen nur in Kombination mit einer umfangreichen Vernetzung und Automatisierung des Fahrzeugs möglich und bis dato nur eingeschränkt für Beifahrer oder im Fond realisierbar. In Hinblick auf die zuvor

beschriebene Vision des Mobilitätsmoduls für virtuelle und physische Mobilität kann demnach maximal von einem TRL 2 »Technologiekonzept formuliert« ausgegangen werden.

Abbildung 31 - Inwieweit glauben Sie, dass die virtuelle Mobilität für Sie nützlich sein könnte?



TECHNOLOGIEFELD 3.7 VIRTUELLE MOBILITÄT

3.7.2 Ergebnisse der Nutzerbefragung

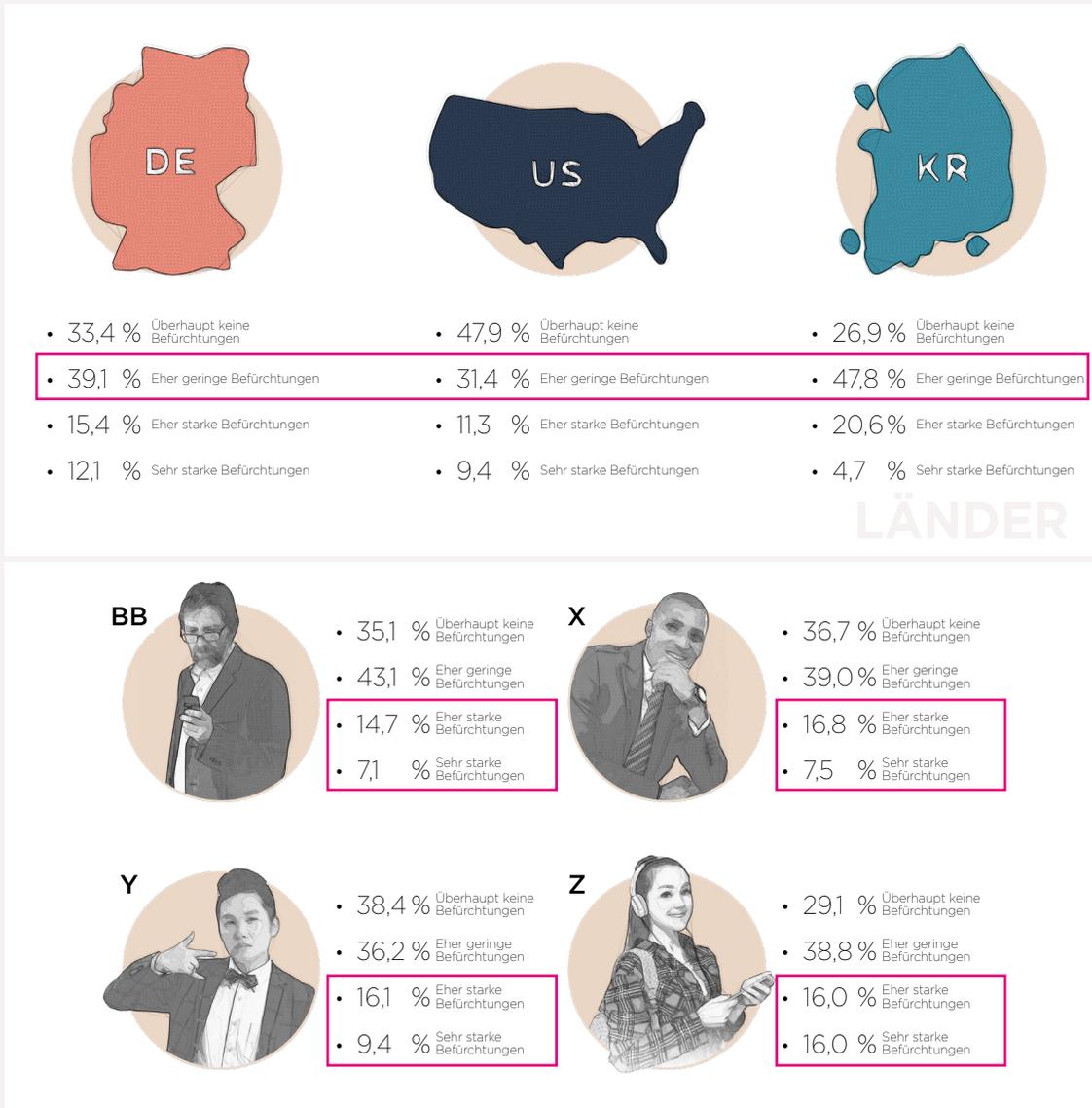
Die Umfrageteilnehmer zeigen generationenübergreifend beim Thema virtuelle Mobilität eine grundsätzlich positive Nutzenerwartung mit starker Zunahme hin zu den jüngeren Generationen. Von dieser Tendenz abgesehen zeigen sich allerdings ebenfalls drastische Extreme. Unter den Befragten ohne jegliche Überzeugung von der Nützlichkeit ist die älteste Gruppe der Babyboomer mit Abstand am stärksten vertreten. Im Gegensatz dazu bildet die Generation Z die Gruppe mit den optimistischsten Erwartungen in Bezug auf die virtuelle Mobilität. Darüber hinaus zeigen die Ergebnisse, dass die Koreaner mit über 75 % bereits sehr von ihrer Nützlichkeit überzeugt sind. In den westlicheren Märkten, insbesondere Deutschland, besteht hingegen noch eine deutliche Uneinigkeit.

Abbildung 32 - Was glauben Sie, wie leicht Ihnen die Nutzung der virtuellen Mobilität fallen würde?

Ein interessantes Ergebnis der Akzeptanzstudie ist ebenfalls, dass mit über 75 % die große Mehrheit der Befragten davon überzeugt ist, keine besonderen Schwierigkeiten bei der Umsetzung bzw. Anwendung virtueller Mobilität zu haben. Anders als bei den meisten anderen Themen, sind die Befragten aus den USA dieses Mal die Meinungsführer bei der sehr leichten Nutzung. Tendenziell zeigt sich jedoch auch bei diesem Trend, dass sich deutsche Befragte noch am wenigsten zutrauen und die koreanischen am meisten. Zudem stellt sich heraus, dass die Generation Y der leichten Anwendung gegenüber am optimistischsten eingestellt ist. Womöglich liegt dies daran, dass sie altersbedingt noch sehr offen für neue Technologien sind und zugleich aus den ersten Jahren Berufserfahrung bereits viel Kontakt mit diesen Anwendungen hatten.



Abbildung 33 - Wie stark wären Ihre Befürchtungen oder gar Ängste, wenn Sie an die Nutzung von virtueller Mobilität denken?



TECHNOLOGIEFELD 3.7 VIRTUELLE MOBILITÄT

Die Befürchtungen oder sogar Ängste hinsichtlich der virtuellen Mobilität sind sehr gering, was bei dem entsprechend kleinen Unfallrisiko gut nachvollziehbar ist. Drei von vier Teilnehmer haben keine besonderen Bedenken, wobei die USA mit knapp 50 % der Angaben für überhaupt keine Befürchtungen in diesem Fall besonders hervorstechen. Unter den wenigen Nutzern mit bestehendem Besorgnis ist auffällig, dass die sonst sehr optimistische Generation Z die größten Zweifel hegt.

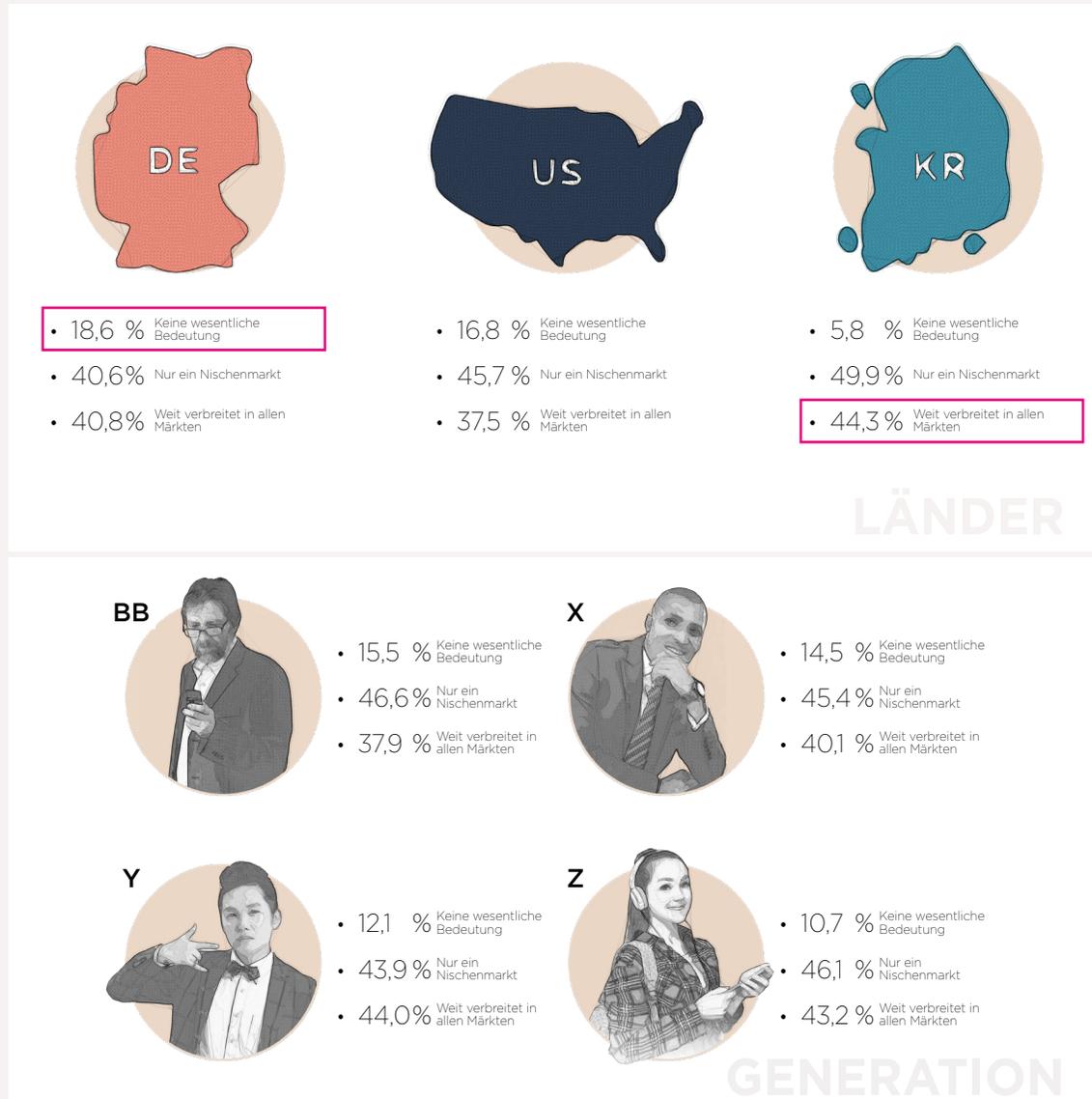
In Anbetracht der sehr visionären Vorstellung von virtueller Mobilität ist es nicht besonders verwunderlich, dass etwa 45 % der Befragten hierfür in zehn Jahren nur einen Nischenmarkt erwarten. Die größte Skepsis an der generellen Markttauglichkeit besteht mit knapp 20 % in Deutschland, in Korea können sich hingegen knapp 45 % in zehn Jahren sogar eine weitreichende Marktverbreitung vorstellen.

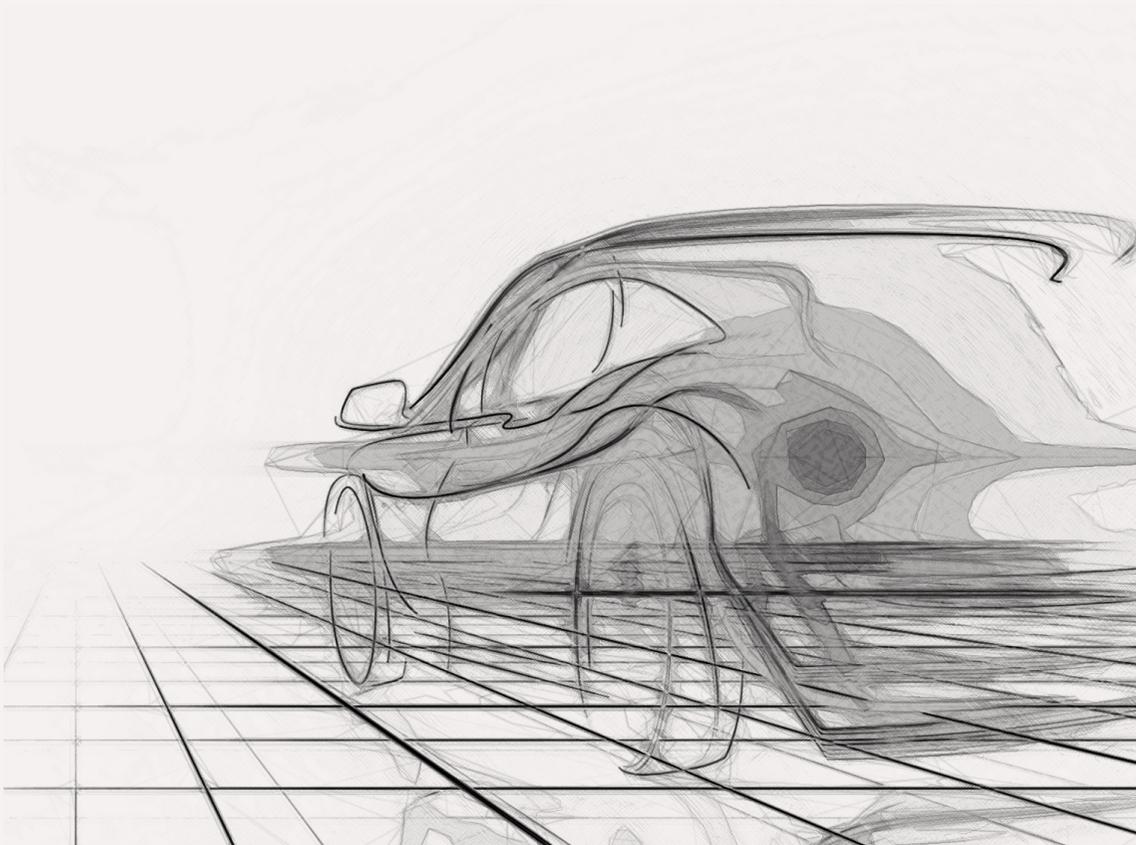
3.7.3 Fazit:

Die virtuelle Mobilität im Sinne eines

verstärkten Einsatzes von IKT-Anwendungen ist in der Gesellschaft mittlerweile weit verbreitet und akzeptiert. Den Befragten ist generationenübergreifend klar, dass virtuelle Mobilität ein nutzenstiftender Trend mit dem positiven Effekt einer effizienteren Alltagsorganisation und Fortbewegung sein kann. Die zunehmende Verbreitung entsprechender Technologien führt dazu, dass die meisten Befragten keine wesentlichen Schwierigkeiten bei ihrer Verwendung erwarten, unabhängig von Alter und Land. Zudem scheinen keine bemerkenswerten Befürchtungen oder Ängste gegenüber der virtuellen Mobilität zu bestehen. Trotz dieser positiven Grundstimmung, scheinen für die Nutzer nur einzelne Anwendungsfälle vorstellbar zu sein, denn der große Marktdurchbruch wird nur von wenigen erwartet. Es ist davon auszugehen, dass die Mehrheit von den weniger visionären Konzepten der virtuellen Mobilität ausgeht und dessen Umsetzung als noch unwahrscheinlicher erachtet werden würde. Hierbei muss allerdings berücksichtigt werden, dass viele Nutzer bei einem entsprechend niedrigem TRL noch wenig Kontakt mit dieser Technologie bzw. diesem Mobilitätstrend hatten.

Abbildung 34 - Welche Bedeutung würden Sie der virtuellen Mobilität auf dem Weltmarkt in 10 Jahren zuschreiben?





4. ZUSAMMENFASSUNG

Nach eingehender Betrachtung des technologischen Status quo sowie der unterschiedlichen Perspektiven auf die Nutzerakzeptanz in drei relevanten Ländermärkten, soll im nachfolgenden Abschnitt ein zusammenfassendes Fazit gezogen werden.

Die sieben, im Rahmen dieser Studie beschriebenen Mobilitätstrends stehen ohne Frage auf unterschiedlichen Stufen ihres technologischen Reifegrads sowie ihrer Annahme und Verbreitung im Markt. So ist das Themenfeld **elektrifizierter Autos** mit dem TRL 9 bereits technologisch bewährt und auf dem Sprung zu einer breiten Marktdiffusion. Dies deckt sich auch mit der Nutzermeinung, welche erkennen lässt, dass die Technologie durch die befragten Personen bereits gut wahrgenommen und teilweise auch genutzt wird. Vor allem wird jedoch mehrheitlich über die untersuchten Länder- und Altersgruppen hinweg, eine starke zukünftige Verbreitung und ein breites gesellschaftliches Interesse innerhalb der nächsten 20 Jahre erwartet.

Im Bereich **automatisiert fahrender Autos** ist die Technologiereife gemäß dem derzeitigen technologischen Status quo, unter Einbeziehung teilautonomer Fahrfunktionen, einem TRL 7 zuzuordnen. Derartige Systeme werden derzeit prototypisch in den entsprechenden Betriebsumgebungen demonstriert. Auf Seiten der Nutzer sind vor allem die jüngeren Befragungsteilnehmer dieser zukünftigen Mobilitätsform gegenüber vergleichsweise aufgeschlossen. Generell bestehen jedoch verbreitete Zweifel und Befürchtungen im Hinblick auf eine mögliche Nutzung autonomer Fahrzeuge. So besteht der Konsens, dass derzeitige Erwartungen an autonome Fahrzeuge eher zu groß und als überbewertet eingeschätzt werden.

Vernetzte Mobilitätsdienste als zukünftiger Trend im Mobilitätssystem sind bereits heute in breiter Anwendung und es besteht eine Vielzahl bewährter Angebote. Demnach kann auch in diesem Trendfeld von einer technologischen Reife nach TRL 9 gesprochen werden. Auch von Nutzerseite werden diese Services mehrheitlich als nutzenstiftend wahrgenommen und sind

bereits auf dem Markt etabliert. Auch wird über alle Länder und Altersgruppen hinweg mehrheitlich angenommen, dass vernetzte Mobilitätsdienste künftig einen Einfluss auf die Alltagsmobilität der Befragten haben werden.

Der Mobilitätstrend der **E-Tretroller** ist hinsichtlich seiner technologischen Reife und nach aktuellem Status quo als äquivalent zu TRL 8 zu beurteilen. Der Erfolgsnachweis für eine nachhaltige Implementierung dieser Fortbewegungsmittel im derzeitigen Mobilitätssystem ist knapp zwei Jahre nach Marktstart noch zu erbringen. Diese Einschätzung teilen auch die befragten Nutzer in den drei Ländermärkten. Sie erachten E-Tretroller mehrheitlich als zukünftiges Nischenprodukt und sehen einen eher geringeren Mehrwert für alltägliche Mobilitätsbedürfnisse. Vor allem in Deutschland wird dieser Trend als eher überzogen wahrgenommen.

Die noch in Entwicklung befindliche Mobilitätsform des **Hyperloops** ist als zukünftiger Mobilitätstrend derzeit technologisch einer frühen Phase

zuzuordnen. Aufgrund der ersten, beginnenden Versuchsaufbauten in Laborumgebung entspricht diese Mobilitätsform, nach Untersuchungen zum aktuellen technologischen Status quo, einem TRL-Reifegrad gemäß stufe 4. Trotz dieses geringen TRL zeigt sich auf Nutzerseite die Erwartung eines eher hohen Mehrwerts dieses Verkehrsmittels und es bestehen einheitlich eher geringe Befürchtungen in Anbetracht einer zukünftigen Nutzung des Hyperloops. In der gesellschaftlichen Debatte werden Hyperloops vor allem in Deutschland und den USA als zu wenig betrachtet wahrgenommen, in Südkorea empfinden die Befragten das Thema allerdings als eher überbewertet diskutiert.

Die Eroberung des urbanen Luftraums und das technologische Trendfeld **autonomer Flugtaxis** ist, nach aktuellen Entwicklungsaktivitäten und publizierten Erfolgen zu beurteilen, einem TRL 3 zuzuordnen. Diese Mobilitätsform ist bislang nur als Technologiekonzept formuliert, experimentelle Konzeptnachweise eines wirklich autonomen Flugtaxis als erste Demonstration konnten bislang jedoch

nicht gefunden werden. Vergangene Vorführungen waren jeweils stets vom Boden ferngesteuerte Testträger. Dieser geringe technologische Reifegrad spiegelt sich auch in den Nutzermeinungen wieder. So bestehen über alle Befragungsgruppen hinweg hohe Bedenken gegenüber einer möglichen Nutzung dieser Technologie. Selbst jüngere Befragungsteilnehmer, welche generell einen hohen Mehrwert und Beitrag dieses Trends zu einem künftigen Mobilitätsgesamtsystem sehen, schätzen ihre Bereitschaft zur persönlichen Nutzung autonomer Flugtaxi in Zukunft als unwahrscheinlich ein.

Für den eher diffusen Mobilitätstrend der **virtuellen Mobilität** sind nach aktuellem Stand der Forschung unterschiedliche Ausgestaltungs- und Definitionsvarianten denkbar. Ausgehend von einer letztendlichen Vision eines autonomen und vernetzten Mobilitätsmoduls, welches als Reiseraum für virtuelle wie physische Reisen gleichermaßen genutzt werden kann, muss der technologische Reifegrad jedoch nach aktuellem Status quo als TRL 2 definiert werden. Auf Seiten der befragten Nutzer zeigte sich eine grundlegend

positive Stimmung gegenüber diesem Mobilitätstrend. Es wird mehrheitlich ein großer Mehrwert gesehen, ein großer Marktdurchbruch allerdings nicht. Dies könnte an dem geringen technologischen Reifegrad, am bisher nicht final definierten Begriffsverständnis, oder auch an bisher nicht für alle Befragten übersehbaren Anwendungsfällen liegen.

Eine zusammenfassende Gegenüberstellung dieser Einschätzungen und Studienergebnisse kann nachfolgender Tabelle entnommen werden. So ist erkenntlich, dass in den ersten drei Trendbereichen, welche sehr automobilnah und als leichter greifbar beschrieben werden können, grundsätzlich mit steigendem TRL auch eine positivere Nutzerakzeptanz gegenüber der jeweiligen Technologie ersichtlich ist. Die E-Tretroller, welche auch ein sehr hohes TRL aufweisen, erreichen dennoch keine vergleichsweise hohe Zustimmung. Die beiden eher noch frühphasigen Konzepte von Hyperloop und autonomen Flugtaxi mit geringen TRL unterscheiden sich dahingehend sehr stark, dass trotz geringer TRL eine sehr unterschiedliche Nutzerakzeptanz

ersichtlich ist. So ist ein autonom fliegendes Transportmittel zur Personenbeförderung doch mit deutlich mehr Bedenken behaftet, als ein röhrengebundenes Hochgeschwindigkeits-Verkehrsmittel, auch wenn beide bisher ähnlich technologisch ausgereift sind. Der letzte Aspekt der virtuellen Mobilität scheint trotz des geringen technologischen Reife gut vom potentiellen Nutzer aufgenommen zu werden.

Mobilitätstrend	Technologischer Reifegrad	Nutzerakzeptanz
Elektrifiziertes Auto	TRL 9 In Betriebsumgebung bewährtes, endgültiges System	Gut wahrgenommen, zukünftig starke Verbreitung, großes Interesse
Automatisiert fahrendes Auto	TRL 7 Prototypische Demonstration des Systems in der Betriebsumgebung	Junge Menschen positiv gestimmt, generell bedenklich, zu hohe Erwartungen, überbewertet
Vernetzte Mobilitätsservices	TRL 9 In Betriebsumgebung bewährtes, endgültiges System	Nutzenstiftend, im Markt angenommen, haben Einfluss auf künftige Alltagsmobilität
E-Tretroller	TRL 8 Vollständiges und qualifiziertes System	Künftiger Nischenmarkt, eher geringer Mehrwert, in DE als Hype wahrgenommen
Hyperloop	TRL 4 Im Labor validierte Technology	Großer Mehrwert erwartet, eher geringe Befürchtungen hinsichtlich Nutzung, DE & USA unterbewertet, KR eher überbewertet
Autonome Flugtaxis	TRL 3 Experimenteller Konzeptbeweis	Hohe Bedenken, zwar hoher Mehrwert aus Sicht jüngerer, dennoch Bereitschaft zur Nutzung unwahrscheinlich
Virtuelle Mobilität	TRL 2 Technologiekonzept formuliert	Grundsätzlich positiv und große Mehrwerte, jedoch kein Massenmarkt

Die weiteren technologischen Entwicklungen, Marktdiffusionen und letztlich Nutzermeinungen bleiben an dieser Stelle abzuwarten und zu beobachten. Tatsächlich könnten sich in den kommenden Jahren aufgrund bisher unvorhergesehener, möglicherweise noch auftauchender disruptiver Mobilitätskonzepte abermals ganz neue Perspektiven und Nutzereinschätzungen ergeben. Auch dies sollte durch ein profundes Technologie- und Innovationsmanagement fortlaufend evaluiert werden.

Literaturverzeichnis

- [1] Increasing the EU's 2030 emissions reduction target. How to cut EU GHG emissions by 55 % or 65 % by 2030, Meessen, J., Pestiaux, J., Cornet, M., Jossen, Q., Martin, B., Matton, V., Vander Linden, C. u. Vermeulen, P., 2020
- [2] Pretzlaff, H.: Klimaziele bringen Daimler unter Druck. Der Autobauer kann wohl trotz der Einführung neuer Elektroautos die CO₂-Grenzwerte nicht erreichen. Stuttgarter Zeitung 76 (2020) 13, S. 11
- [3] PA Consulting: CO₂ emissions are increasing. Car makers must act, 2020. <https://www.paconsulting.com/insights/2019/co2-emissions-are-increasing/>, abgerufen am: 25.06.2020
- [4] Mit der Verkehrswende die Mobilität von morgen sichern. 12 Thesen zur Verkehrswende, Hochfeld, C., Jung, A., Klein-Hitpaß, A., Maier, U., Meyer, K. u. Vorholz, F., Berlin 2017
- [5] Herrmann, F.: Mobility Transformation. Wie viel Revolution braucht eine erfolgreiche Verkehrswende?, 2019. <https://blog.iao.fraunhofer.de/mobility-transformation-wie-viel-revolution-braucht-eine-erfolgreiche-verkehrswende/>, abgerufen am: 25.06.2020
- [6] Gall, C. u. Lorentz, B.: Mobilität von morgen. Wie Deutschland die Verkehrswende schafft, 2019. https://www.ey.com/de_de/automotive-transportation-future-mobility/wie-deutschland-die-verkehrswende-schafft, abgerufen am: 25.06.2020
- [7] Mankins, J. C.: Technology readiness assessments: A retrospective. Acta Astronautica 65 (2009) 9-10, S. 1216-1223
- [8] Technology Readiness Levels. A White Paper, Mankins, J. C., 1995
- [9] European Space Agency: Technology Readiness Levels (TRL), 2020. https://www.esa.int/Enabling_Support/Space_Engineering_Technology/Shaping_the_Future/Technology_Readiness_Levels_TRL, abgerufen am: 17.06.2020
- [10] ISO 16290:2013. Space systems — Definition of the Technology Readiness Levels (TRLs) and their criteria of assessment. <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:16290:ed-1:vl:en>, abgerufen am: 17.06.2020
- [11] Héder, M.: From NASA to EU: the evolution of the TRL scale in Public Sector Innovation. The Innovation Journal: The Public Sector Innovation Journal 22 (2017) 2, S. 1-23
- [12] Debois, S., Hildebrandt, T., Marquard, M. u. Slaats, T.: Bridging the Valley of Death. A Success Story on Danish Funding Schemes Paving a Path from Technology Readiness Level 1 to 9. Second International Workshop on Software Engineering Research and Industrial Practice - SER&IP 2015. May 17, 2015, Florence, Italy. Piscataway, NJ: IEEE 2015, S. 54-57
- [13] BEIZ Rebecca: G. Technology readiness levels (TRL). Extract from Part 19 - Commission Decision C(2014)4995. In: European Commission (Hrsg.): Horizon 2020 - Work Programme 2014-2015. General Annexes, S. 1
- [14] Central Intelligence Agency: The World Factbook, 2020. <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/>, abgerufen am: 19.06.2020
- [15] Kraftfahrt-Bundesamt: Neuzulassungsbarometer im Dezember 2019. Personenkraftwagen im Dezember 2019 nach ausgewählten Kraftstoffarten. https://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Neuzulassungen/MonatlicheNeuzulassungen/2019/201912_Glmonatlich/201912_nzbarometer/201912_n_barometer.html?nn=2607426, abgerufen am: 10.06.2020
- [16] Office of Energy Efficiency and Renewable Energy's: U.S. Plug-in Electric Vehicle Sales by Model. Trend of sales by PEV model, 2011-2019, 2020. <https://afdc.energy.gov/data/10567>, abgerufen am: 15.06.2020
- [17] Ministry of Land, Infrastructure and Transport: **보도자료 | 국토교통부**, 2020
- [18] Audi AG: Elektromobilität: der e-tron im Alltag | Audi Deutschland, 2020. https://www.audi.de/de/brand/de/elektromobilitaet.html?pid=etron:Elektromobilitaet:audi.de:1:Header_Teaser:n:Elektromobilitaet:o, abgerufen am: 15.06.2020
- [19] BMW AG: BMW Elektromobilität: BMW Elektrofahrzeuge und Plug-in-Hybridel BMW.de, 2020. <https://www.bmw.de/de/topics/faszination-bmw/elektromobilitaet/bmw-elektromobilitat-ueberblick.html>, abgerufen am: 15.06.2020
- [20] Mercedes-Benz AG: E-Mobilität bei Mercedes-Benz, 2020. <https://www.mercedes-benz.de/passengercars/technology-innovation/electromobility/e-mobility.html>, abgerufen am: 15.06.2020
- [21] Opel Automobile GmbH: Fakten über das Elektroauto | Wissen & Services von Opel, 2020. <https://www.opel.de/einfach-elektrisch/uebersicht.html>, abgerufen am: 15.06.2020
- [22] Dr. Ing. h.c. F. Porsche AG: Porsche E-Performance - Porsche Deutschland, 2020. <https://www.porsche.com/germany/aboutporsche/e-performance/>, abgerufen am: 15.06.2020
- [23] Volkswagen AG: E-Mobilität und ID. | Volkswagen Deutschland, 2020. <https://www.volkswagen.de/de/e-mobilitaet-und-id.html>, abgerufen am: 15.06.2020
- [24] Hyundai Motor Group: EVQ | The Basics | Hyundai Motor Europe, 2020. <https://www.hyundai.com/eu/electric-vehicle-faq-0.html>, abgerufen am: 15.06.2020
- [25] Kia Motors Corporation: Kia Electric vehicles | Kia Motors Worldwide, 2020. https://www.kia.com/worldwide/about_kia/eco_dynamics/electric_vehicles.do, abgerufen am: 15.06.2020
- [26] Renault Samsung Motors: **르노삼성자동차** - SM3 Z.E, 2017. <https://www.renaultsamsung.com/2017/model/sm3z.jsp>, abgerufen am: 15.06.2020
- [27] GM Korea: **쉐보레 전기차 볼트(BOLT EV) | 쉐보레** Chevrolet, 2020. <https://www.chevrolet.co.kr/ev/boltev-highlight.gm>, abgerufen am: 15.06.2020
- [28] Ford Motor Company: New Hybrids, Electric Vehicles (EVs) & Plug-Ins | Find the Best Ford® Vehicle for You | Ford.com, 2020. <https://www.ford.com/new-hybrids-evs/?g-nav=footer-all-vehicles>, abgerufen am: 15.06.2020

- [29] FCA US LLC.: 2020 Chrysler Pacifica Hybrid Minivan | MPG, Range & More, 2020. <https://www.chrysler.com/pacifica/hybrid.html>, abgerufen am: 15.06.2020
- [30] General Motors Company: Chevy Electric Cars Lineup: Electric Vehicle, Plug In Hybrid, 2020. <https://www.chevrolet.com/electric>, abgerufen am: 15.06.2020
- [31] Tesla: Electric Cars, Solar Panels & Clean Energy Storage | Tesla, 2020. <https://www.tesla.com/>, abgerufen am: 15.06.2020
- [32] Rivian: Rivian, 2020. <https://rivian.com/>, abgerufen am: 15.06.2020
- [33] Lucid Motors: Lucid Air | Luxury EV | Electric Sedan, 2020. <https://lucidmotors.com/>, abgerufen am: 15.06.2020
- [34] Bollinger Motors: BOLLINGER MOTORS - ALL ELECTRIC TRUCKS - BOLLINGER MOTORS, 2020. <https://bollingermotors.com/>, abgerufen am: 15.06.2020
- [35] Canoo: Canoo - Your Electric Car Membership, 2020. <https://www.canoo.com/>, abgerufen am: 15.06.2020
- [36] e.GO Mobile: e.GO Mobile AG, 2020. <https://e-go-mobile.com/>, abgerufen am: 15.06.2020
- [37] Sono Motors: Sono Motors – Elektroauto Sion, 2020. <https://sonomotors.com/de/>, abgerufen am: 15.06.2020
- [38] Veränderungen der bayerischen Automobilindustrie durch automobiler Megatrends, Lichtblau, K., Fritsch, M., Schmitz, E., Herrmann, F., Sachs, C. u. Stöffler, S., 2018
- [39] Who Will Drive Electric Cars to the Tipping Point?, Mosquet, X., Arora, A., Xie, A. u. Renner, M., 2020
- [40] Altenburg, S., Kienzler, H.-P. u. Maur, A. auf der: Einführung von Automatisierungsfunktionen in der Pkw-Flotte (2018)
- [41] Waymo: Riding with Waymo One today. 2018
- [42] Waymo: Safety Report, 2020. <https://waymo.com/safety/>, abgerufen am: 16.06.2020
- [43] 2019 Disengagement Reports - California DMV, Department of Motor Vehicles, 2020
- [44] AutoX: Our Journey. Democratizing Autonomy, 2020. <https://www.autox.ai/en/journey.html>, abgerufen am: 16.06.2020
- [45] Pony.ai: Our Story, 2020. <https://www.pony.ai/en/story.html>, abgerufen am: 16.06.2020
- [46] Zoox: Zoox, 2020. <https://zoox.com/>, abgerufen am: 16.06.2020
- [47] Uber: Our Partners | Uber ATG, 2020. <https://www.uber.com/us/en/atg/partners/>, abgerufen am: 16.06.2020
- [48] Cruise: News | About Us, 2020. <https://www.getcruise.com/news>, abgerufen am: 16.06.2020
- [49] Salesky, B.: Our New Partner: Volkswagen AG Invests \$2.6 Billion at More Than \$7 Billion Valuation; Facilitates Expansion to Europe. 2019
- [50] Kort, K.: Die innovativsten Unternehmen der Welt. Spitzenplatz autonomes Fahren: Ford fährt auf der Überholspur. Handelsblatt (2019) Online
- [51] Daimler AG: Autonomes Fahren, 2020. <https://www.daimler.com/innovation/produkt-innovation/autonomes-fahren/>, abgerufen am: 24.06.2020
- [52] Daimler AG: Partnerschaftliche Entscheidung: BMW Group und Mercedes-Benz AG lassen Entwicklungskooperation für automatisiertes Fahren vorerst ruhen – spätere Wiederaufnahme möglich. Stuttgart, München 2020
- [53] Daimler AG: Automatisiertes Fahren: Mercedes-Benz und NVIDIA wollen Software-definierte Fahrzeugarchitektur für künftige Fahrzeugflotte aufbauen. Stuttgart, Santa Clara 2020
- [54] Audi AG: Der neue Audi A8: Vorsprung neu definiert. 2017
- [55] Hetzner, C.: Audi quits bid to give A8 Level 3 autonomy. Automotive News (2020) Online
- [56] Hyundai Motor Group: Hyundai and Kia Announce Investment in Aurora. Seoul, Palo Alto 2019
- [57] Aptiv: Aptiv and Hyundai Motor Group to Form Autonomous Driving Joint Venture. Seoul, Dublin, Boston 2019
- [58] Herh, M.: Hyundai Motor to Start Mass Production of Self-Driving Cars in 2024. Business Korea (2019) Online
- [59] Jin, H.: Keen to develop self-driving cars, Hyundai Motor Group unveils \$35 billion investment plan. Reuters (2019) Online
- [60] Gartner: Gartner's 2015 Hype Cycle for Emerging Technologies Identifies the Computing Innovations That Organizations Should Monitor. Stamford 2015
- [61] Gartner: Top Trends in the Gartner Hype Cycle for Emerging Technologies, 2017, 2017. <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/top-trends-in-the-gartner-hype-cycle-for-emerging-technologies-2017/>, abgerufen am: 17.06.2020
- [62] Gartner: 5 Trends Appear on the Gartner Hype Cycle for Emerging Technologies, 2019, 2019. <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/5-trends-appear-on-the-gartner-hype-cycle-for-emerging-technologies-2019/>, abgerufen am: 17.06.2020
- [63] 2020 Autonomous Vehicles Readiness Index. Assessing the preparedness of 30 countries and jurisdictions in the race for autonomous vehicles, KPMG International, 2020
- [64] stadtmobil: Carsharing mit stadtmobil – eine richtig gute Geschichte!, 2020. <https://www.stadtmobil.de/stadtmobil/ueber-stadtmobil/>, abgerufen am: 18.06.2020

- [65] teilAuto: teilAuto – Carsharing in Mitteldeutschland, 2020. <https://www.teilauto.net/unternehmen/>, abgerufen am: 18.06.2020
- [66] Bundesverband CarSharing e.V.: CarSharing in Deutschland 2020: Die wichtigsten Fakten auf einen Blick, 2020. <https://www.carsharing.de/alles-ueber-carsharing/carsharing-zahlen/carsharing-deutschland-2020-wichtigsten-fakten-auf-blick>, abgerufen am: 18.06.2020
- [67] SHARE NOW: Über SHARE NOW, 2020. <https://www.share-now.com/de/de/faq/about-share-now/>, abgerufen am: 18.06.2020
- [68] Ko, J.-H.: Shared Transport: Car Sharing in Seoul (Nanum-Car), 2015. <https://www.seoulsolution.kr/en/content/3462>, abgerufen am: 18.06.2020
- [69] Kim, J.-h. u. Park, C.-y.: Car-sharing on fast rise in S. Korea. Pulse by Maeil Business News Korea (2017) Online
- [70] Kia Motors Corporation: **모빌리티 서비스 시장 본격 진출**. 2017
- [71] Hyundai Capital: Hyundai Capital launches a new car sharing model in partnership with rental car agencies. 2017
- [72] Delivery Car: **딜카**, 2020. <https://www.deliverycar.co.kr/p/user/main.do>, abgerufen am: 18.06.2020
- [73] Teichmann, T.: Mobilität. Carsharing in den USA immer beliebter. Deutschlandfunk (2019) Online
- [74] Disrupting the Car. How Shared Cars, Bikes, & Scooters Are Reshaping Transportation And Cannibalizing Car Ownership, Binder, R., 2018
- [75] SHARE NOW: Important Update. Service Ending February 29th, 2020. <https://www.share-now.com/us/en/important-update/>, abgerufen am: 19.06.2020
- [76] Fund, D.: Taxi-Bundesverband weist auf Uber X-Verbot in Düsseldorf hin, 2020. <https://www.taxi-heute.de/de/news/taxi-apps-bundesverband-taxi-und-mietwagen-e-v-sonstige-rechtsthemen-taxi-bundesverband-weist-auf-uber-x-verbot-duesseldorf-hin-20575.html>, abgerufen am: 19.06.2020
- [77] Legal Tribune Online: LG München I zu Uber. Wieder ein Verbot - wieder zu spät?, 2020. <https://www.lto.de/recht/nachrichten/n/lg-muenchen-i-4hko1493516-uber-app-verboten-verstoss-personenbefoerderungsgesetz-uber-black-uber-x-uber-van/>, abgerufen am: 18.06.2020
- [78] Neuhezki, T.: Urteil: Landgericht verbietet Uber in Deutschland – Autos fahren dennoch weiter, 2019. <https://www.inside-digital.de/news/urteil-uber-in-deutschland-verboten-autos-fahren-dennoch-weiter>, abgerufen am: 19.06.2020
- [79] FREE NOW: FREE NOW zieht positive Bilanz für das Geschäftsjahr 2019. Hamburg 2020
- [80] Kakao: Kakao T. Reliable mobility for everyone. <https://www.kakaocorp.com/service/KakaoT?lang=en>, abgerufen am: 19.06.2020
- [81] Lee, D.: In South Korea, ride-hailing apps face off against powerful taxi unions and transport laws. South China Morning Post (2020) Online
- [82] MOIA: Der Anbieter für Ridesharing, 2020. <https://www.moia.io/de-DE>, abgerufen am: 19.06.2020
- [83] TADA: **타다**: TADA. <https://tadatada.com/>, abgerufen am: 19.06.2020
- [84] Kim, D.-s.: Tada to end van-hailing service in April. The Korean Herald (2020) Online
- [85] Via: Via, 2020. <https://ridewithvia.com/>, abgerufen am: 19.06.2020
- [86] Your Now: Dein Ultimativer Routenplaner | REACH NOW, 2020. <https://www.your-now.com/de/our-solutions/reach-now>, abgerufen am: 19.06.2020
- [87] Jelbi: Jelbi – Berlins Öffentliche und Sharing-Angebote in einer App. <https://www.jelbi.de/>, abgerufen am: 19.06.2020
- [88] Stadtwerke München: Neue Plattform für geteilte Mobilität: MVG macht München zur Sharing-Metropole. 2020
- [89] Wunder Mobility: Wunder Mobility's Story | Accelerating sustainable mobility, 2020. <https://www.wundermobility.com/our-story>, abgerufen am: 19.06.2020
- [90] American Public Transportation Association: Mobility as a Service - American Public Transportation Association, 2020. <https://www.apta.com/research-technical-resources/mobility-innovation-hub/mobility-as-a-service/>, abgerufen am: 19.06.2020
- [91] Choi, M.-h.: Mobility-as-a-Service Gaining Traction in South Korea. Business Korea (2020) Online
- [92] MaaS Alliance: Mobility as a Service expands in Asia as LG CNS partner with the MaaS Alliance. 2019
- [93] BMJV: Verordnung über die Teilnahme von Elektrokleinstfahrzeugen am Straßenverkehr, 2019. <http://www.gesetze-im-internet.de/ekfv/>, abgerufen am: 25.06.2020
- [94] UNAGI Scooters: The Comprehensive Guide to Electric Scooter Laws, 2019. <https://blog.unagiscooters.com/2019/10/15/the-comprehensive-guide-to-electric-scooter-laws/>, abgerufen am: 25.06.2020
- [95] Coruscate: Get a panoramic view of South Korean micro-mobility market to build an e-scooter app in South Korea, 2020. <https://www.coruscatesolution.com/e-scooter-sharing-business-in-sourth-korea/>, abgerufen am: 25.06.2020
- [96] civity: E-Scooter in Deutschland, 2019. <http://scooters.civity.de/>, abgerufen am: 25.06.2020
- [97] Fockenbrock, D.: Elektromobilität: E-Scooter: Tier und Lime kämpfen um die Vorherrschaft in Deutschland, 2019. <https://www.handelsblatt.com/unternehmen/handel-konsumgueter/elektromobilitaet-e-scooter-tier-und-lime-kaempfen-um-die-vorherrschaft-in-deutschland/25010514.html?ticket=ST-5286465-ghoK-61jLJHK2503rbBzl-ap4>, abgerufen am: 20.02.2020
- [98] E SCOOTER BLOG: Große E Scooter Sharing Studie aus Portland zieht insgesamt positives Fazit, 2019. <https://escooter.blog/2019/01/28/grosse-e-scooter-sharing-studie-aus-portland-zieht-insgesamt-positives-fazit/#:~:text=Das%20Prinzip%20E%20Scooter%20Sharing,man%20das%20Fahrzeug%20freischalten%20kann.,> abgerufen am: 25.06.2020

- [99] Lime: New Financing And Partnership Strengthens Lime Leadership, 2020. <https://www.li.me/second-street/new-financing-strengthens-lime-leadership>, abgerufen am: 25.06.2020
- [100] Nikola: Newest mobility trend arrives in Korea – Kojects, 2019. <https://kojects.com/2019/02/09/electric-scooters-in-korea/>, abgerufen am: 20.02.2020
- [101] Yeo Jun-suk: Global e-scooter companies flock to Korea, 2019. <http://www.koreaheerald.com/view.php?ud=20190925000693>, abgerufen am: 25.06.2020
- [102] Mark Bergen, J. B.: Almost Every Electric Scooter in the World Comes From This Chinese Company, 2018. <https://www.bloomberg.com/news/features/2018-12-05/almost-every-electric-scooter-comes-from-this-chinese-company>, abgerufen am: 25.06.2020
- [103] Statista: Market share of the electric scooters in South Korea as of May 2020, by manufacturer, 2020, abgerufen am: 25.06.2020
- [104] Kersten Heineke, Benedikt Kloss, Darius Scurtu, and Florian Weig: Micromobility's 15,000-mile checkup, 2019. <https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/micromobilitys-15000-mile-checkup>, abgerufen am: 25.06.2020
- [105] ntv: Schrott in der Seine: Wenn der E-Roller im Fluss versinkt, 2019. <https://www.n-tv.de/panorama/Wenn-der-E-Roller-im-Fluss-versinkt-article21219931.html>, abgerufen am: 25.06.2020
- [106] Wolfgang Janisch: Wie sich Kommunen gegen das Roller-Chaos wehren, 2019. <https://www.sueddeutsche.de/auto/escooter-abstellen-recht-1.4719855>, abgerufen am: 25.06.2020
- [107] Jay Yarow: California Is Going To Burn Money On A Bullet Train; Elon Musk Says He Has Something Much Better, 2012. <https://www.businessinsider.com/elon-musks-hyper-loop-2012-9?r=DE&IR=T>, abgerufen am: 03.07.2020
- [108] Crunchbase: Virgin Hyperloop, 2020. <https://www.crunchbase.com/organization/virgin-hyperloop#section-overview>, abgerufen am: 03.07.2020
- [109] Virgin Hyperloop: Our Mission, 2020. <https://virginhyperloop.com/>, abgerufen am: 03.07.2020
- [110] Pluta, W.: Die französische Hyperloop-Teststrecke ist fast fertig, 2019. <https://www.golem.de/news/hyperloop-tt-die-franzoesische-hyperloop-teststrecke-ist-fast-fertig-1902-139709.html>, abgerufen am: 03.07.2020
- [111] Hyperloop Transportation Technologies: European Commission Moves Ahead in Assessing Hyperloop Regulatory Needs, 2019. <https://www.prnewswire.com/news-releases/european-commission-moves-ahead-in-assessing-hyperloop-regulatory-needs-300856028.html>, abgerufen am: 03.07.2020
- [112] Transpod: TransPod Expands Footprint and Partner Network in France for Construction of Test Track and System Development. Toronto 2019
- [113] Hardt: Europe's first hyperloop a step closer to offering a green alternative to short-haul flights. 2019
- [114] Heo, J.: UNIST entwickelt eine neue Form des futuristischen Verkehrssystems UNIST News Center | UNIST News Center, 2016. <https://news.unist.ac.kr/unist-to-develop-a-new-form-of-futuristic-transportation-system/>, abgerufen am: 27.02.2020
- [115] Alex Davies: South Korea Wants to Fire Up a Hyperloop in Just 4 Years. Turning a three-hour journey from Seoul to Busan into a half-hour hop., 2017. <https://www.wired.com/story/hyperloop-south-korea/>, abgerufen am: 03.07.2020
- [116] Danielle Muoio: Elon Musk's Hyperloop contest is happening this weekend — here's a look at all the competing pods, 2017. <https://www.businessinsider.com/spacex-hyperloop-competitions-teams-2017-1?r=DE&IR=T>, abgerufen am: 03.07.2020
- [117] TU München: Vierter Sieg im vierten Rennen. Mit 463 km/h gewinnt TUM-Team Hyperloop Competition in Los Angeles. 2019
- [118] Quo vadis 3D Mobility. Technological readiness, urban and rural use cases & urban integration of flying cars and passenger drones, Duwe, D., Keicher, L., Ruess, P. u. Klausmann, F., 2019
- [119] Zukunftsstudie E-Fliegen. Vorbereitende Kurzstudie zum Aufbau eines Testfelds für energieeffizientes, elektrisches und autonomes Fliegen in Baden-Württemberg, Werner, M., Duwe, D. u. Busch, C., 2019
- [120] THIPPHAVONG, D. P.: Urban Air Mobility Airspace Integration Concepts and Considerations. In: 2018 Aviation Technology, Integration, and Operations Conference, S. 3676
- [121] RAPITA Systems: Discover eVTOL Certification, 2020. <https://www.rapitasystems.com/certifying-evtol>, abgerufen am: 03.07.2020
- [122] Grandl, G., Cachay, J. u. Salib, J.: The Future of Vertical Mobility - A Porsche Consulting study (c) 2018 (2018)
- [123] Volocopter: WE BRING URBAN AIR MOBILITY TO LIFE, 2020. <https://www.volocopter.com/de/>, abgerufen am: 03.07.2020
- [124] Lilium: Enabling a world where anyone can fly anywhere, anytime, 2020. <https://lilium.com/>, abgerufen am: 03.07.2020.
- [125] Stefan Wimmelbücker: Zu komplex und zu teuer: Audi stoppt Flugtaxi-Projekt, 2019. <https://www.automobilwoche.de/article/20191015/NACHRICHTEN/191019950/zu-komplex-und-zu-teuer-audi-stoppt-flugtaxi-projekt>, abgerufen am: 03.07.2020
- [126] Airbus: CityAirbus Our four-seat eVTOL demonstrator, 2020. <https://www.airbus.com/innovation/zero-emission/urban-air-mobility/cityairbus.html.html>, abgerufen am: 03.07.2020
- [127] Airbus: Vahana Our single-seat eVTOL demonstrator, 2020. <https://www.airbus.com/innovation/zero-emission/urban-air-mobility/vahana.html>, abgerufen am: 03.07.2020
- [128] Jin, H. u. Lee, J.: Uber partners with Hyundai on electric air taxi - Reuters, 2020. <https://www.reuters.com/article/us-uber-hyundai-motor/uber-hyundai-motor-team-up-to-develop-electric-air-taxi-idUSKBNIZ528A>, abgerufen am: 20.02.2020
- [129] Electric VTOL News: Bell Nexus 6HX. <https://evtol.news/aircraft/bell-air-taxi/>, abgerufen am: 03.07.2020

- [130] Kitty Hawk: Boeing and Kitty Hawk Form Strategic Partnership. 2019
- [131] Joby Aviation: About, 2020. <https://www.jobyaviation.com/#>, abgerufen am: 03.07.2020
- [132] Boeing: Porsche and Boeing to Partner on Premium Urban Air Mobility Market. 2019.
- [133] Lilium: Lilium präsentiert neues Flugtaxi bei erfolgreichem Erstflug. München 2019
- [134] LAnd Baden-Württemberg: „Testfeld eFliegen BW“ nimmt weiter Gestalt an. Stuttgart 2020
- [135] Federal Aviation Administration: UAS Test Site Program, 2020. https://www.faa.gov/uas/programs_partnerships/test_sites/, abgerufen am: 03.07.2020
- [136] Ji Hong-gu and Choi Mira: Korea to set up drone test-flying site in Hwaseong, not far from Seoul, 2019. <https://m.pulsenews.co.kr/view.php?year=2019&no=138392>, abgerufen am: 03.07.2020
- [137] AeroVinci: AeroVinci - Fully Autonomous Drone Network, 2020. <http://www.aerovinci.com/>, abgerufen am: 16.07.2020
- [138] Percepto: Solving Operational Challenges From Above, 2020. <https://percepto.co/>, abgerufen am: 09.07.2020
- [139] Zoche, P.: Mobil im virtuellen Raum? Eine Entlastung der physischen Mobilität? Interdisziplinäre Ringvorlesung Kommunikation in der Informationsgesellschaft: „Leben und Arbeiten in einer vernetzten Welt“. Leipzig 2001
- [140] Luley, T.: Zirkuläre physische und virtuelle Mobilität. Modellbildung und empirische Befunde am Beispiel des Einkaufsverhaltens in der Region Stuttgart, Universität Stuttgart Dissertation. Stuttgart 2006
- [141] BMW Group: „Virtuelle Mobilität ändert Lebensweise in privaten Haushalten“. Das Institut für Mobilitätsforschung (ifmo) gibt Antwort auf Fragen der virtuellen Mobilität. Berlin, München 2002
- [142] ICT and physical mobility. State of knowledge and future outlook, Pawlak, J., Le Vine, S., Polak, J., Sivakumar, A. u. Kopp, J., London, München 2015
- [143] Albert, F.: Virtuelle Mobilität in Zeiten von Corona. Welche Reisen können Sie sich sparen - und welche nicht?, 2020. <https://blog.iao.fraunhofer.de/virtuelle-mobilitaet-in-zeiten-von-corona-welche-reisen-koennen-sie-sich-sparen-und-welche-nicht/>, abgerufen am: 01.07.2020
- [144] Holoride: Turning vehicles into moving theme parks. <https://www.holoride.com/>, abgerufen am: 01.07.2020

Kontaktadresse

Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und
Organisation IAO, Nobelstraße 12, 70569 Stuttgart

www.iao.fraunhofer.de

Florian Albert
Telefon +49 8821 966977-34
florian.albert@iao.fraunhofer.de

Maximilian Werner
Telefon +49 711 970-2307
maximilian-jakob.werner@iao.fraunhofer.de

Titelbild

© Peshkova iStock

Illustration / Layout

Christian Pfeifer

© Fraunhofer IAO, 2020