

SCIENCE, TECHNOLOGY AND SOCIETY



Günter Getzinger | Cornelia Lex | Armanda Pilinger (Hrsg.)

## Die ethischen Herausforderungen des automatisierten Fahrens

Dokumentation einer Diskursveranstaltung

# Impressum

## Science, Technology and Society (STS)

Herausgeber\*innen der Reihe: Günter Getzinger, Christine Wächter,  
Armin Spök, Bernhard Wieser, Christian Daye

---

## Die ethischen Herausforderungen des automatisierten Fahrens

Dokumentation einer Diskursveranstaltung

Herausgeber\*innen: Günter Getzinger, Cornelia Lex, Armanda Pilinger

Lektorat: Elke Zöbl-Ewald – Lektorat textfilter / textfilter.at

Satz: p / k / w dieERZEUGER

Cover: Stefan Schleich

Cover Bilder: Cornelia Lex, Martin Smoliner, Dietmar Herbst,  
Bernhard Wieser, Helmut Lunghammer  
Sorin Shaba Popa / Shutterstock.com

MysticalLink / Shutterstock.com

Druckerei: Medienfabrik Graz / mfg.at



Gedruckt nach der Richtlinie „Druckerzeugnisse“  
des Österreichischen Umweltzeichens,  
Medienfabrik Graz, UW-Nr. 812

© 2022 Verlag der Technischen Universität Graz

[www.tugraz-verlag.at](http://www.tugraz-verlag.at)

### Print

ISBN 978-3-85125-797-7

### E-Book

ISBN 978-3-85125-798-4

DOI 3217/978-3-85125-797-7



Dieses Werk – ausgenommen das Cover – ist lizenziert unter der  
Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz.

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der  
Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind  
im Internet über <http://www.dnb.de> abrufbar.

SCIENCE, TECHNOLOGY AND SOCIETY

# **Die ethischen Herausforderungen des automatisierten Fahrens**

Dokumentation einer Diskursveranstaltung

Günter Getzinger | Cornelia Lex | Armanda Pillinger (Hrsg.)





# Inhaltsverzeichnis

Vorwort Vizerektor für Forschung.....	3
Vorwort der Herausgeber*innen.....	5
Zusammenfassung.....	7
Fishbowl-Methode als Diskussionsformat.....	11
Eingangssessay von Torsten Fleischer.....	13
Begrüßung durch Günter Getzinger (Transkript).....	25
Eingangsstatement von Cornelia Lex (Transkript).....	29
Eingangsstatement von Daniel Watzenig (Transkript).....	35
Eingangsstatement von Mario Herger (Transkript).....	39
Eingangsstatement von Marcel Baunach (Transkript).....	47
Diskussion (Transkript der Fragen und Antworten).....	53
Kurzbiografien der Expert*innen.....	133
Kurzbiografien der Herausgeber*innen.....	137



## Vorwort

Es ist ein wenig still geworden um das autonome Fahren, zumindest, wenn die Metrik die Anzahl der Artikel in Tageszeitungen ist. Aber das täuscht, wir haben nur den Gipfel des Gartner Hype Cycle überschritten (was für die Forschung meist ein gutes Zeichen ist). Doch im Verborgenen liefern sich Automobil- und Tech-Konzerne ein Rennen um die Vorherrschaft auf den Straßen der Zukunft. Dazu passt es auch, dass in Deutschland gerade ein Gesetz beschlossen wurde, das es ermöglicht, ab 2022 autonome Fahrzeuge ohne Fahrer\*innen auf deutschen Straßen fahren zu lassen. Damit ist Deutschland der erste Staat weltweit, der die fahrer\*innenlosen Autos aus der Forschung in den Alltag holt (diverse US-Bundesstaaten haben solche Regelungen schon lange). Deutschland führt das gerade zum jetzigen Zeitpunkt ein, damit die deutsche Automobilindustrie wieder etwas aufholen kann gegenüber den US- (und China) basierten Tech-Giganten. Gerade im autonomen Fahren ist die Anzahl der Testkilometer extrem wichtig (hier liegt Waymo mit 190 Erdumrundungen oder 7.620.000 km unangefochten an der Spitze, VW bringt es im Vergleich auf nicht einmal eine Erdumrundung, nämlich ca. 24.000 km). Testen ist deshalb so wichtig, da es neben der Datensammlung und dem Absichern der Entwicklung auch das Vertrauen in die Technologie stärkt. Und gerade beim autonomen Fahren spielt Vertrauen eine entscheidende Rolle. Wie bei allen „modernen“ Systemen, die auf *Artificial Intelligence* basieren, sind es die Daten, mit denen die Systeme trainiert wurden, die den Unterschied in der Güte der Systeme ausmachen. Aber gerade in sicherheitskritischen Anwendungen wie dem autonomen Fahren ist es nicht allein die Performance des Systems, vielmehr braucht es Vertrauen, und dies erziele ich nur indem die Systeme nachvollziehbare (erklärbare), robuste (gegenüber Störungen) und adaptive (gegenüber Änderungen) Entscheidungen treffen.

Genau dies wurde im Workshop „Die ethischen Herausforderungen des automatisierten Fahrens“ im Frühjahr 2019 beleuchtet.

Das Zusammenspiel zwischen Technik und den Benutzer\*innen wirft gerade im automatisierten Fahren eine Reihe von Fragestellungen auf, die weit bis in das Gebiet der Ethik reichen. Die TU Graz ist sich dieser Verantwortung bewusst und nimmt sie auch aktiv wahr. Daher bin ich den Organisator\*innen des Workshops Cornelia Lex, Armanda Pilinger und Günter Getzinger für diese Initiative sehr dankbar. Dieses Buch dokumentiert diese Veranstaltung. Es beinhaltet die fünf Referate von Expert\*innen (davon drei von der TU Graz, nämlich Marcel Baunach, Cornelia Lex und Daniel Watzenig, und zwei externe, nämlich Mario Herger und Torsten Fleischer) sowie die intensive Dokumentation der anschließenden Diskussion. Mögen Sie viel Freude und vor allem anregende Gedanken durch die Lektüre haben.

Graz, im Jänner 2022

Horst Bischof,  
Vizerektor für Forschung der TU Graz

## Vorwort

Seit der Erfindung des ersten Automobils vor über 100 Jahren wurde die Kraftfahrzeug-Technologie ständig weiterentwickelt. Zwei Entwicklungen zeichnen sich allerdings nun ab, die als revolutionär bezeichnet werden müssen, betreffen sie doch das „Wesen“ des Kraftfahrzeugs: der Ersatz des Verbrennungsmotors durch den Elektromotor und der Ersatz der Lenker\*innen durch automatisiertes Fahren.

Insbesondere letztere Entwicklung wirft eine Vielzahl ethischer, rechtlicher und sozialer Fragen auf, die unserer Ansicht nach auch und gerade am Ort der Entwicklung dieser Technik reflektiert werden müssen. Und dazu zählen maßgeblich technische Universitäten, so auch die TU Graz.

Warum? Wir gehen davon aus, dass die Verantwortung von Entwicklungsingenieur\*innen auch das Produkt der Entwicklung und dessen Einsatz umfasst – wenn auch im Sinne einer verteilten Verantwortung, die beteiligte Unternehmen, Politik und Verwaltung, aber etwa auch die Konsument\*innen inkludiert.

Um sich dieser spezifischen Verantwortung bewusst zu werden, bedarf es neuer Veranstaltungsformate, die in hohem Maße nicht bloß auf Wissenserwerb, sondern vor allem auf Diskurs setzen – sind doch die zu erwartenden positiven wie negativen Technikfolgen individuell und gemeinschaftlich zu gewichten und abzuwägen, um wiederum Entscheidungen zur verbesserten Gestaltung dieser Technologie treffen zu können. Dieser Diskurs ist unseres Erachtens auch Vorbereitung der erforderlichen gesetzgeberischen Maßnahmen, die letztlich eine sozial verträgliche Implementierung des automatisierten Fahrzeugs in das Verkehrsgeschehen sicherstellen sollen – Vorbereitung sowohl hinsichtlich der Hervorbringung relevanten Wissens als auch im Hinblick auf die Beteiligung und Beteiligungsfähigkeit ingenieurwissenschaftlicher Expert\*innen.

So hoffen wir mit der Veranstaltung „Im Fokus: Die ethischen Herausforderungen des automatisierten Fahrens“ am 11. März 2019 an der TU Graz sowie mit dieser Dokumentation einen Beitrag geleistet zu haben bzw. zu leisten.

Graz, im Jänner 2022

Günter Getzinger

Cornelia Lex

Armanda Pilinger

## Zusammenfassung

Im Rahmen der Reihe „Im Fokus“ wurde am 11. März 2019 erstmals zur Veranstaltung „Ethische Herausforderungen des automatisierten Fahrens“ an der TU Graz eingeladen. Automatisiertes Fahren wird – nach einer Phase des Übergangs – das künftige Verkehrsgeschehen auf den Straßen dominieren. Damit einher geht eine Reihe technischer, politischer, rechtlicher und ethischer Herausforderungen. Die Verantwortung der an den einschlägigen Entwicklungen beteiligten Techniker\*innen ist es, diese Herausforderungen bewusst wahrzunehmen und an den Entscheidungen informiert teilzuhaben. Dies gilt umso mehr, als manche der ethisch relevanten Entscheidungen Technologien des automatisierten Fahrens beeinflussen werden.

Fünf Expert\*innen, davon zwei TU-externe, stellten im Fishbowl-Format zuerst ihre Sichtweisen dar und diskutierten diese dann untereinander, mit Partizipationsmöglichkeit der zuhörenden Personen. Ziel der Veranstaltung war es, innerhalb der TU Graz einen Diskurs über die Technikfolgenabschätzung zu eröffnen, um

- Bereiche in der eigenen Forschung identifizieren zu können, die ethische/politische Fragestellungen berühren oder aufwerfen,
- neue Fragestellungen zur Steigerung der Innovativität und zum Nutzen der Gesellschaft in die Technologien des automatisierten Fahrens zu integrieren,
- die Frage nach Verantwortlichkeiten gemeinsam zu benennen und zu klären,
- die eigene Haltung zu überprüfen und zu erweitern.

Im Zentrum der Diskussion stand das Zusammenspiel von technischen Aspekten, der wirtschaftlichen Umsetzung und den resultierenden Auswirkungen auf Funktionsweise und Verwendung von autonomen Fahrzeugen.

Übergangsphasen zwischen menschlich gelenkten und autonomen Fahrzeugen stellen eine große Herausforderung dar, wie sich in der Diskussion gezeigt hat. Vor allem in städtischen Gebieten wird nicht immer nach geltendem Gesetz gefahren, sondern verhandeln Verkehrsteilnehmende ständig und situationsabhängig miteinander. In der Interaktion wird eine Maschine von menschlichen Interakteur\*innen im bestehenden System zu einem gewissen Grad „vermenschlicht“ werden müssen, damit dieses Verhandeln möglich wird. Die Kommunikation zwischen verschiedenen Verkehrsteilnehmenden kann durch Technik auch unterstützt werden, zum Beispiel durch Vehicle-to-Vehicle-Kommunikation. Dies setzt das Vertrauen aller Nutzer\*innen zueinander und in die teilnehmenden Technologien voraus sowie das Vorhandensein von Infrastruktur, wie etwa der flächendeckenden Einführung des 5G-Mobilfunkstandards. Neben menschlichen und maschinellen Lenker\*innen werden zukünftig auch autonome Fahrzeuge unterschiedlicher Hersteller sowie mit alter und neuer Sensorik bzw. Software aufeinandertreffen.

Eine weitere Herausforderung ist nach wie vor das Abprüfen von immer komplexer werdenden automatisierten Fahrfunktionen bis hin zu vollautonomen Fahrzeugen. Bestehende Zulassungsprozesse sind nach wie vor geprägt von den Anforderungen konventioneller Fahrzeuge. Die Methoden zum Abprüfen von mechanischen Komponenten und verhältnismäßig einfachen automatisierten Funktionen wie Notbremsassistenten sind nicht adaptierbar für künstliche Intelligenz, die in vielfältigen Verkehrssituationen reagieren wird. Regulierungsbehörden werden sich neu organisieren müssen und vollkommen neue Regularien werden benötigt. Offen ist allerdings auch die Frage, ob eine neue Fahrfunktion zu 100 Prozent abgeprüft sein muss, bevor man sie freigeben kann. Wird es ausreichen, dass autonome Fahrzeuge weniger Unfälle als menschliche Lenker\*innen verursachen oder wird hier jeder einzelne Unfall sowohl in der Unfallforschung als auch medial diskutiert werden? Ist es zulässig, dass autonome Fahrzeuge wie menschliche Lenker\*innen im

Betrieb Erfahrung sammeln, lernen und sich verbessern? Und ist es möglich, dass menschliches Lenken zukünftig im öffentlichen Verkehr verboten wird, da es als zu unsicher gilt?

Ein weiterer Punkt ist die Schuldfrage, die in unseren Rechtssystemen an das Nachvollziehen von Entscheidungen gekoppelt ist. Dies ist im Fall von künstlicher Intelligenz nicht immer eindeutig möglich. Wie eine Blackbox zu agieren, liegt in der Natur dieser Systeme und beeinflussende Umweltbedingungen sind im Nachhinein oft nicht mehr rekonstruierbar. Umgekehrt stellt sich auch die Frage, ob Maschinen lernen können, bessere Entscheidungen zu treffen als Menschen, und wie dieses „besser“ für eine Gesellschaft aussehen kann.

Zusätzliche Sensoren am Fahrzeug werden Fahrzeuge deutlich teurer machen als menschlich gelenkte Fahrzeuge. Dies macht sie vor allem für den Privatbesitz weniger interessant. Als bezahlte Dienstleistung zur individuellen Personenbeförderung im Sinne von „Robotertaxis“ oder auch im Gütertransport können allerdings attraktive Geschäftsmodelle für Betreiber\*innen und Kund\*innen entstehen. Da diese Fahrzeuge besser ausgelastet sind, werden sie schneller abgeschrieben werden können. Ob Anpassungen in der Straßen- und Mobilnetzinfrastuktur vorgenommen werden, wird sich möglicherweise am wirtschaftlichen Vermögen entscheiden. Es ist fraglich, ob Kommunen diese Kosten tragen können oder wollen. Der ländliche Bereich ist zugleich Hürde durch die komplexeren und weniger rentablen Szenarien und Chance für Inklusion und höhere Freiheiten der Nutzer\*innen individueller Mobilität.

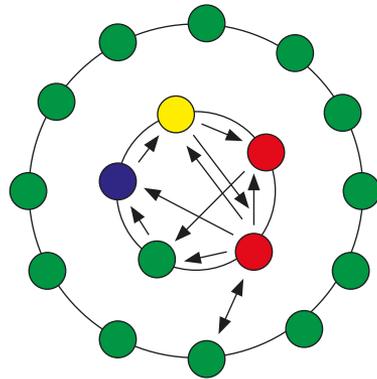
Erfahrungen aus anderen Branchen sind meist nicht übertragbar. Im Luftverkehr wird bereits weitgehend automatisiert und trotzdem weiterhin auf Pilot\*innen als vertrauensbildendes und kreatives Element gesetzt, das im letzten Moment noch eine entscheidende, zündende Idee haben könnte. Automatisierte U-Bahn-Systeme sind von anderen Verkehrsteilnehmenden separiert und

beschränken sich in der Interaktion mit Menschen auf das von der Fahraufgabe getrennte Ein- und Aussteigen.

Deutlich wurde in der Diskussion auch die unterschiedliche Kultur der Herangehensweise bei Forschung und Legislative im europäischen, nordamerikanischen und asiatischen Raum. Die teilweise sehr unterschiedlichen Meinungen der Expert\*innen können Sie in diesem Buch nachlesen. Am Ende werden die Kund\*innen entscheiden, welchen Systemen sie vertrauen werden und wie sie diese benutzen möchten. Es ist noch nicht absehbar, wo die Entwicklungen stattfinden, die sich erfolgreich durchsetzen werden. Einig war man sich in der Diskussion, dass technische Entwicklungen stark von den kulturellen und gesellschaftlichen Rahmenbedingungen geprägt sind. Dazu gehören zum Beispiel die herrschende Entwicklungskultur, das Risikobewusstsein von Forschenden und Nutzenden sowie bestehende Gesetzgebungen zum Straßenverkehr und zum autonomen Fahren, sofern Letztere bereits vorhanden sind.

## Das Fishbowl-Format

Für die Veranstaltung wurde die *Fishbowl-Methode* als Diskussions- und Diskursformat gewählt, um eine möglichst offene, dynamische Herangehensweise an das Thema zu ermöglichen, um berechtigten Hoffnungen und Befürchtungen gleichermaßen Raum zu bieten wie auch den fundierten Antworten der Expert\*innen.



*Fishbowl* bezeichnet eine (halb)öffentliche Podiumsdiskussion, die aus einem inneren Expert\*innen-Kreis besteht, in dem die Diskussion stattfindet, umgeben von einem äußeren Kreis von Zuhörenden und Teilnehmenden, die die Möglichkeit haben, für eine befristete Zeit (5–10 Minuten) auf dem leeren Stuhl Platz zu nehmen.

In einer ersten Phase kommt es zu Impulsvorträgen der einzelnen Expert\*innen, die ihre Sichtweisen auf Basis konkreter Fragestellungen darlegen. In der zweiten Phase kommt es zur eigentlichen Diskussion.

Der innere Kreis von Expert\*innen bestand bei der Veranstaltung „Im Fokus: Die ethischen Herausforderungen des automatisierten Fahrens“ aus drei an der Entwicklung automatisierter Fahrzeuge intensiv involvierten Forschenden der TU Graz, einem Ethiker aus Deutschland und einem Trendforscher aus dem Silicon Valley. Ihre etwa 10-minütigen Statements für die Phase 1 bereiteten sie schriftlich vor und tauschten diese bereits vor der Veranstaltung untereinander aus. Auch den Zuhörenden wurden die Statements teilweise bereits vorab über die Website der TU Graz zugänglich gemacht.

Der äußere Kreis setzte sich aus 20 interessierten wissenschaftlichen Mitarbeitenden der TU Graz zusammen. Die Institute aus den relevanten Fachbereichen des Maschinenbaus, des Bauingenieurwesens, der Elektrotechnik und der Informatik wurden zu der Veranstaltung eingeladen und aufgefordert, Nachwuchswissenschaftler\*innen, insbesondere Dissertant\*innen, zur Veranstaltung zu entsenden.

## **Ethikdiskurse zwischen Fat Man und Drunk Robot oder Reflexionen über die Suche nach guten Formen des Umgangs mit möglichen Schädigungen durch automatisierte Fahrzeuge**

Automatisiertes Fahren (AF) erscheint im Zuge des technischen Wandels inzwischen weitgehend beherrschbar und in Verbindung mit gesellschaftlichen Leistungsversprechen auch wirtschaftlich und politisch attraktiv. Zu diesen immer wieder formulierten verfestigten Erwartungen gehören die Vermeidung von Staus, die Reduktion von Kraftstoffverbrauch und damit (Klimagas-)Emissionen im Straßenverkehr, die Möglichkeit, sonst für Fahraufgaben verwendete Zeit anderweitig (und mutmaßlich produktiv) nutzen zu können, älteren und körperlich eingeschränkten Personen länger und in größerem Umfang als bisher Mobilität und damit die Teilhabe am gesellschaftlichen Leben zu ermöglichen, sowie die Verbesserung der Verkehrssicherheit. Forschung, Entwicklung und Politik konzentrieren sich gegenwärtig vor allem auf die technische, organisatorische und rechtliche Machbarkeit von automatisierten Fahrzeugen.

In der Fachdiskussion wie in öffentlichen Debatten findet sich eine große Vielfalt von Positionen und Vorstellungen hinsichtlich der Automatisierungs-, Fahrzeug- und Servicekonzepte, des jeweiligen technischen Reifegrads, unternehmerischer Umsetzungsstrategien, Zeitraums der Markteinführung und regulatorischer Umfeldbedingungen. Auch für Folgediskussionen ist (mindestens) zwischen diesen Dimensionen zu differenzieren. Dies findet innerwissenschaftlich oft nicht ausreichend und außerwissenschaftlich nur sehr selten statt.

Das Innovationsgeschehen wird begleitet von vergleichsweise frühen und ausgedehnten politischen, medialen und innerwissen-

schaftlichen Diskussionen über „ethische Herausforderungen“, „ethische Voraussetzungen“, „ethische Leitlinien“, „ethische Dilemmata“ etc. des bzw. beim automatisierten Fahren. Eine genaue Rahmung von „ethisch“ wird hierin oft vermieden. Dabei verbinden sich damit im öffentlichen und politischen Diskurs ganz unterschiedliche Vorstellungen.

Im eigentlichen Sinne ist Ethik als Wissenschaft von der Moral, als Moralphilosophie zu verstehen. Sie beschäftigt sich hauptsächlich mit der Beschreibung und Begründbarkeit von sowie Reflexion über Moralen. Diese wiederum sind, abstrakt gesprochen, Normensysteme, deren Gegenstand das richtige Handeln von Menschen ist und die für sich das Anrecht auf Allgemeingültigkeit erheben. Normen beruhen unter anderem auf Tradition, Gesellschaftsform, Kultur und Religion. Sie begründen wechselseitige Verhaltenserwartungen von Menschen und regulieren das zwischenmenschliche Verhalten. Eine wachsende kulturelle und soziale Vielfalt in modernen Gesellschaften bringt es mit sich, dass Individuen bzw. Gruppen hier de facto verschiedene, unterschiedliche Normensysteme vertreten. Die Koexistenz von deutlich voneinander abweichenden Moralen, die mit einer weitgehenden Pluralisierung und Privatisierung der Moralvorstellungen und einem diesbezüglichen Toleranzgebot einhergeht, hat kollektiv verbindliches Entscheiden in schwierigen Moralfragen komplizierter gemacht.

Ethik wird im öffentlichen Diskurs – und damit natürlich auch im öffentlichen Diskurs um „ethische Fragen des automatisierten Fahrens“ – aber darüber hinaus noch in einer Reihe von weiteren Bedeutungen angesprochen. So ist die Entwicklung von automatisierten Fahrzeugen, von Fahrrobotern, nicht der Diskussion über in Folge des technischen Wandels zunehmend aufbrechende Entscheidungs- und Verantwortlichkeitsprobleme professioneller Akteur\*innen wie etwa Technikentwickler\*innen, unternehmerischer Entscheider\*innen oder Regeln setzender Institutionen entronnen. In deren Zuge wird unter Überschriften wie „Ingenieursethik“ oder

„Ethik der Programmierer“ die Ausprägung eines Berufsethos für damit befasste Gruppen, einer speziellen Art von Moral, die deren Selbstverständnis und Handeln in starkem Maße prägt, angeregt bzw. gefordert. Mit einer wachsenden Sensibilisierung der Öffentlichkeit für unmoralisches Verhalten von Wissenschaftler\*innen und Ingenieur\*innen einher geht öffentliche Kritik daran, oft verbunden mit der Rede von „unethischem“ Verhalten. Während diese Redeweise im Englischen sinnvoll ist, da „ethics“ dort sowohl Moral im Sinne von Sittlichkeit oder Tugendhaftigkeit als auch Ethik als wissenschaftliche Disziplin benennen kann, ist dies im Deutschen allerdings nur eine unpassende Übersetzung ohne sachlichen Gehalt.

Doch zurück zur Ethik als wissenschaftlicher Beschäftigung mit Moralien. An dieser Stelle kann keine ausführliche Einführung in die Ethik geboten werden, hierzu sei auf die einschlägigen Lehrbücher verwiesen. Vielmehr können hier nur zwei unterschiedliche Zugänge kurz angerissen werden, die auch im öffentlichen Diskurs prominent sind. Ethik kann zum einen beschreibend vorgehen. Sie kann, oft in Zusammenarbeit mit anderen Disziplinen wie Psychologie und Soziologie, feststellen, welche moralischen Intuitionen von Personen in Bezug auf bestimmte Situationen benannt werden und welche Moralvorstellungen Individuen oder Gruppen vertreten. Ein solcher Ansatz wird beispielsweise im Moral-Machines-Experiment des MIT (<http://moralmachine.mit.edu/>) verfolgt, bei dem mittels Crowdsourcing ein breites Meinungsbild darüber, wie Maschinen moralische Dilemmata lösen sollten, erhoben und analysiert wird. Darüber hinaus wird eine solche deskriptive Ethik versuchen, die diesen zugrunde liegenden Argumentationen und Konzepte sowie die Zusammenhänge zwischen beiden aufzudecken.

Zum anderen kann Ethik aber auch den Versuch unternehmen, in moralischen Fragen Stellung zu beziehen. Ein solches Ansinnen ist nicht unumstritten. Zweifel an der möglichen Allgemeingültigkeit von Aussagen einer solchen normativen Ethik gründen sich nicht

zuletzt auf der oben erwähnten Beobachtung einer Koexistenz von deutlich voneinander abweichenden Moralens. Befürworter argumentieren hingegen, dass von einer Beobachtung von Uneinigkeit in moralischen Fragen nicht zwingend auf die Unmöglichkeit der Existenz einer richtigen Moral geschlossen werden könne. Vor allem aber wird angeführt, dass zu vielen eigentlich moralischen Fragen die Einstellungen in nahezu allen Gesellschaften durchaus ähnlich seien, dass es Grenzen der moralischen Beliebigkeit gebe und sich die Differenzen aus unterschiedlichen Beurteilungen von Tatsachen- und Anwendbarkeitsfragen sowie aus unterschiedlichen Priorisierungen erklären ließen. Es ist insbesondere die normative Ethik, die im Kontext des automatisierten Fahrens in relativ kurzer Zeit erheblich an Bedeutung gewonnen hat, und zwar in mehreren Rollen: (a) als regulierungsrelevanter Diskurs in Auseinandersetzungen um die soziotechnische Ausgestaltung eines automatisierte Fahrzeuge integrierenden Mobilitätssystems, nicht zuletzt in der Erwartung „klärender Worte“ in gesellschaftlichen Kontroversen um „akzeptable Verhaltensweisen“ solcher Fahrzeuge im Falle von Situationen mit Schadenswirkung; (b) als vielseitige Reflexions-, (Legitimations-,) Experimentier- und Beratungsinstanz in Form von Ethikräten- und -kommissionen sowie (c) als weiche „Governance-Technik“ zur Popularisierung, Plausibilisierung und prospektiven Legitimierung von technischen Leistungsversprechen sowie zur Formalisierung und Bürokratisierung von Abwägungs- und Entscheidungsprozessen.

Bei der Diskussion um „ethische Fragen“ des automatisierten Fahrens geht es also keineswegs, wie oft insinuiert, alleine um das Finden und Festsetzen von Regeln, die dann von Ingenieur\*innen und Informatiker\*innen in Handlungsprogramme für technische Artefakte übersetzt werden (eine Art „ethisches Pflichtenheft“, wenn das denn überhaupt möglich ist). Es geht um ein breiteres Programm der Gestaltung der Transformation der soziotechnischen Systeme „Verkehr“ oder „Mobilität“, um das Finden von und Entscheiden zwischen gesellschaftlichen Zukünften.

Hierbei sind zwei Perspektiven zu unterscheiden: zum einen die auf die gesellschaftlichen Bedingungen, denen entsprechend solche Techniken gestaltet werden müssten bzw. unter denen sie eingeführt werden könnten, zum anderen die auf die möglichen gesellschaftlichen Folgen des verbreiteten Einsatzes dieser Techniken. Die bisherigen Beiträge zu Letzterem sind spärlich und wegen der großen Unsicherheiten, beispielsweise hinsichtlich der konkreten technischen Umsetzung automatisierten Fahrens, der Organisations- und Geschäftsmodelle und der Wirkungen auf das individuelle und kollektive Verkehrsverhalten, derzeit hochgradig spekulativ. Erschwerend kommt hinzu, dass nicht nur die öffentliche und politische Debatte, sondern selbst die innerwissenschaftliche Diskussion oft an irreführender Generalisierung leidet. Hinter den Überschriften „Automatisiertes Fahren“ oder „Autonomes Fahren“ verbergen sich nämlich sehr unterschiedliche technische Realisierungen von Fahrzeugautomatisierungen mit unterschiedlichem technischen Reifegrad, unterschiedlicher Leistungsfähigkeit, unterschiedlicher Aufgabenverteilung zwischen Mensch und Maschine (mit unterschiedlichen Konsequenzen für Verantwortlichkeit, Haftung und ethische Fragestellungen) sowie unterschiedlichem Potenzial für die Umsetzung neuer Systemkonzepte. Die Bundesanstalt für Straßenwesen (2012) sowie die Society of Automotive Engineers (2016) haben jeweils Nomenklaturen für die Beschreibung unterschiedlicher Ausprägungen von Fahrzeugautomatisierung entwickelt, die diese anhand von Stufen (bzw. Levels) beschreiben. Für diese ist zunächst festzuhalten, dass sie nicht alle Formen heutiger und zukünftiger Fahrzeugautomatisierung beschreiben. Sie blenden beispielsweise in unfallgeneigten Situationen temporär intervenierende Funktionen wie automatische Blockierverhinderer (ABS) oder elektronische Stabilitätskontrolle (ESC/ESP) aus und decken lediglich kontinuierlich automatisierende Funktionen in der Fahrzeugsteuerung ab. Bei diesen wiederum lassen sich – vereinfacht – vier Gruppen unterscheiden.

Sogenannte Stufe-2-Systeme, Automatisierungen, die die ständige Mitwirkung des Fahrers/der Fahrerin in der Fahrzeugsteuerung

und/oder ihrer Überwachung erfordern, sind heute marktgängig und in Fahrzeugen zahlreicher Hersteller zu finden. In Stufe-3-Automatisierungen muss der Fahrer/die Fahrerin das System zwar nicht mehr dauerhaft überwachen, aber zugleich in der Lage sein, die Fahraufgabe (beispielsweise nach Aufforderung durch das System oder nach eigenem Ermessen) zu übernehmen. Sie erfordern mithin immer noch fahrtaugliche Fahrer\*innen an Bord, eignen sich also gar nicht für die Umsetzung von Konzepten, die neue Mobilitätsoptionen für von individualisierter motorisierter Mobilität ausgeschlossene Personengruppen eröffnen oder das fahrerlose Umsetzen von Fahrzeugen zur Voraussetzung haben. Fahrzeugautomatisierungen der Stufe 4 unterliegen in der Regel räumlichen und/oder zeitlichen Einschränkungen, die ihre verkehrliche Flexibilität begrenzen und beim Verlassen ihres vordefinierten Aktionsraums menschlicher Mitwirkung bedürfen. Vollwertige Vehicle-on-Demand-Systeme, die den klassischen Pkw zu substituieren in der Lage sein werden oder zentraler Baustein neuer Angebote im Personenverkehr sein könnten, werden die Fahraufgabe wohl vollumfänglich unter allen Bedingungen (vermutlich präziser: unter solchen, die auch für menschliche Fahrer\*innen lösbar sind) bewältigen können müssen. Sie werden vermutlich eine Stufe-5-Automatisierung (oder alternativ eine in einem ganz weiten raumzeitlichen Rahmen vollfunktionale Stufe-4-Automatisierung) voraussetzen. Bedauerlicherweise verzichtet die mediale und öffentliche Debatte in der Regel auf diese Differenzierungen, was einerseits überzogene Erwartungen befördert, andererseits auch Sorgen hinsichtlich der Folgen der verbreiteten Einführung von automatisierten Fahrzeugen Vorschub leistet.

Nicht nur die technische Leistungsfähigkeit der Fahrzeugautomatisierung, auch ihre räumliche Nutzbarkeit hat Folgen für die Verkehrssicherheit. Wie oben beschrieben, ist die Reduktion der Unfallzahlen im Straßenverkehr eine zentrale Motivation für Entwicklung und Einsatz der Fahrzeugautomatisierung. Trotz erheblich gewachsener Verkehrsleistung ist die Zahl der Verkehrstoten in Deutschland seit ihrem Höhepunkt in den frühen Siebzigerjahren

erheblich zurückgegangen. Dennoch starben auch 2017 noch 3.200 Personen im Straßenverkehr und wurden weitere 67.000 schwer verletzt. Daran ist das Verkehrsgeschehen auf Autobahnen allerdings nur in relativ geringem Umfang beteiligt: Nur 13 Prozent der Verkehrstoten sind dort zu beklagen, ca. ein Drittel entfällt auf Innerortsstraßen und mehr als die Hälfte auf andere Außerortsstraßen. Auch ein Blick auf die beim Unfall benutzten Verkehrsmittel differenziert das Bild: Etwas mehr als die Hälfte nutzte einen Kraftwagen, 20 Prozent waren als Nutzer\*innen von Krafträdern betroffen und knapp 30 Prozent als Fahrradfahrer\*innen oder Fußgänger\*innen. Daraus kann geschlossen werden, dass eine Automatisierungsstrategie, die primär auf Autobahneinsatz setzt, zwar wichtige, im Gesamtbild aber nur geringe Verbesserungen der Verkehrssicherheit mit sich bringen wird. Die deutlich größeren Reduktionspotenziale liegen zum einen bei Pkw-Nutzer\*innen auf Außerortsstraßen und zum anderen bei den vulnerablen Verkehrsteilnehmer\*innen (Fußgänger\*innen und Radfahrer\*innen) in Innerortssituationen. Dies sind zugleich aber Einsatzbereiche, die deutlich höhere Anforderungen an die Automatisierung stellen und deren Realisierung wohl noch weiter in der Zukunft liegen wird.

In allen Automatisierungsstufen sind neue Formen der Interaktion zwischen Mensch und Maschine zu beachten, die neue ethische Fragen auch jenseits des Trolley-Dilemmas aufwerfen. Insbesondere Stufe-3- und Stufe-4-Automatisierungen stehen dabei gegenwärtig im Blickpunkt. Automatisierte Fahrzeuge werden in unterschiedlichem Umfang und in verschiedener Art und Weise mit dem/der menschlichen Fahrer\*in interagieren müssen. So müssen Fahrer\*innen „nahtlos“ die Fahraufgabe an die Automatisierung übergeben und auch umgekehrt wieder von der Automatik übernehmen. Die Gestaltung dieser Prozesse ist derzeit Gegenstand intensiver Forschung. Dabei ist eine ganze Reihe von Szenarien zu unterscheiden. Grundsätzlich ist zunächst einmal zwischen geplanten und ungeplanten Übernahmen/-gaben zu differenzieren. Geplante Übergaben liegen, vereinfacht gesprochen,

vor allem dann vor, wenn das System erkennt, dass es in absehbarer Zeit mit einer Fahraufgabe konfrontiert sein wird, für die es nicht ausgelegt ist. Es muss dann den Fahrer\*innen rechtzeitig signalisieren, dass sie demnächst die Fahraufgabe zu übernehmen haben, und auch validieren, dass dies nach einer angemessenen Zeitspanne erfolgt ist. Ungeplante Übergaben sind vor allem dann erforderlich, wenn das Fahrzeug in eine Situation gerät, die es nicht mehr ohne Unterstützung des Fahrers/der Fahrerin auflösen kann, oder wenn einzelne Komponenten der Automatisierung funktionsunfähig werden.

An diese Unterscheidung schließt sich eine Reihe komplexerer Fragestellungen an. So wird eine schwierige straßenverkehrliche Situation, die das System nicht mehr eigenständig bewältigen kann, eine andere Reaktionszeit des Fahrers/der Fahrerin erfordern als beispielsweise der Ausfall einer Systemkomponente, der zwar zum Ausfall der Redundanz im System führt, aber nicht unbedingt unmittelbar sicherheitskritisch ist. Zu diskutieren ist auch, bei welchen ungeplanten Übergaben der Fahrer/die Fahrerin wie lange und in welcher Form eventuell noch durch die Automatisierung unterstützt werden könnte und sollte – zumal, weil bekannt ist, dass Personen, die ihre Aufmerksamkeit auf eine andere Tätigkeit gerichtet haben, Zeit brauchen, bis Situationsverständnis und Steuerungskompetenz in hinreichender Qualität hergestellt sind. Die Literatur ist hier noch eher uneins, zehn Sekunden scheint dafür ein guter Orientierungswert, der in bestimmten Konstellationen aber auch deutlich überschritten werden kann.

Darüber hinaus haben solche Prozesse nicht nur eine zeitliche, sondern auch eine räumliche und damit auch eine straßenbauliche und verkehrsplanerische Dimension. Es ist beispielsweise zu fragen, auf welchen Wegeabschnitten solche Übergaben überhaupt erfolgen sollen. Denkt man hierbei etwa an Fahrzeuge, die nur auf Autobahnen für das automatische Fahren zugelassen sind, so könnte bei einem demnächst erfolgenden Verlassen der Autobahn

die geplante Übergabe von der Automatisierung an den Fahrer/ die Fahrerin an unterschiedlichen Stellen erfolgen, unter anderem noch im Verkehrsfluss auf der Autobahn selbst, auf dem Verzögerungstreifen („Ausfädelspur“) oder erst auf der Abfahrt selbst. Diese Strategien haben ihrerseits, je nach Anteil von automatisierten Fahrzeugen am Gesamtverkehr, jeweils unterschiedliche Konsequenzen unter anderem für den Verkehrsfluss selbst, für die bauliche Gestaltung von Autobahnauf- und -abfahrten und für regulatorische Ansätze. Auch bei der Frage nach den geeigneten Kooperationsmodi zwischen Mensch und Maschine bei hochautomatisierten Fahrzeugen stellen sich noch zahlreiche Forschungs- und Gestaltungsaufgaben, denn der Mensch muss in solchen Konstellationen immer sicher einschätzen können, in welchem Automatisierungszustand sich das Fahrzeug gerade befindet und welche Erwartungen an ihn damit jeweils verbunden sind. Zudem sollte er die Grenzen der Leistungsfähigkeit der Automatisierung in den unterschiedlichen Stufen und in verschiedenen Situationen kennen, um vom Verhalten der Automatisierung nicht überrascht zu werden („mode confusion“) und dann womöglich verhängnisvolle Fehlentscheidungen zu treffen.

Ein weiterer Themenkomplex sind die Langzeitfolgen fortschreitender Fahrzeugautomatisierung. Lianne Bainbridge hat bereits 1983 auf „Ironien der Automatisierung“ aufmerksam gemacht (Bainbridge 1983). So hat sie beobachtet, dass Technikentwickler\*innen den Menschen als „Fehlerquelle“ aus technischen Systemen verdrängen wollen, für die Bewältigung nicht automatisierbarer oder für die Automatisierung nicht lösbarer Aufgaben aber weiterhin auf den Menschen als „Problemlöser“ setzen. Mit fortschreitender technischer Entwicklung werden mithin immer mehr Aufgaben an die Automatisierung abgegeben, Menschen müssen immer seltener eingreifen – dies allerdings bei zunehmend komplexeren Herausforderungen. Je nach Tätigkeit setzt zugleich ein Prozess der Dequalifikation („skill loss“) ein: Weil die Nutzer\*innen immer seltener die Maschine führen, verlieren sie Teile ihrer Nutzungserfahrung (oder erwerben sie nicht einmal

mehr) und damit auch ihrer Problemlösungskompetenz. Erfahrungen hierzu gibt es unter anderem in der Luftfahrtindustrie, denn das Führen von Flugzeugen ist bereits heute in großem Umfang automatisiert. Ob und inwieweit diese Erfahrungen auf automatisierte Straßenfahrzeuge übertragen werden können, ist empirisch noch offen, dass sie übertragen werden können, ist zugleich aber durchaus plausibel. Um dem entgegenzuwirken, wird vorgeschlagen, Nutzer\*innen automatisierter Systeme regelmäßig dazu zu bringen, die Maschine auch in solchen Situationen „manuell“ zu führen, in denen dafür eigentlich eine Automatisierung zur Verfügung stünde. Dies wiederum lenkt den Blick auf ein herausforderungsvolles Abwägungsproblem: Das Umsetzen dieses Vorschlages reduziert einerseits die Systemsicherheit, zumindest dann, wenn das Entwicklungsversprechen der weniger Fehler als menschliche Fahrer\*innen machenden Automatisierung tatsächlich eingelöst wird. Zum anderen würde es sie erhöhen, wenn eine solche Vorgehensweise dazu führte, dass der Kompetenzerhalt der Fahrer\*innen zu weniger oder weniger folgenschweren Unfällen als ohne „Zwangstraining“ führen würde.

Dieser Impuls hat den Versuch unternommen, einige Herausforderungen an die Akzeptabilität von Fahrzeugautomatisierungen zu skizzieren und dabei den Blick über die verbreitete „Trolley-Dilemma“-Debatte hinaus zu weiten. Die sich dabei auftuende Komplexität kann nur erahnt werden, ihr umfassend nachgehen zu wollen, würde den Rahmen des Beitrages – wie vermutlich auch der gesamten Veranstaltung – sprengen. Einige weitere, hier nicht weiter beschriebene Facetten können (und sollten) anhand folgender Fragen und Thesen diskutiert werden:

- Werden wir (als Gesellschaft) zulassen bzw. tolerieren, dass durch automatisierte Fahrzeuge Menschen zu Schaden kommen? Erwarten wir vollständige Schadensfreiheit („Vision Zero“, 1. Gesetz von Asimow), werden (weil vermutlich praktisch nicht erreichbar) diese Fahrzeuge nie eingeführt oder dysfunktional im Alltagsverkehr sein. Ist es gerechtfertigt?

- tigt, wegen dieser starken Forderung potenzielle Gewinne an Verkehrssicherheit durch Automatisierung nicht zu nutzen?
- Was und wie (anhand welcher Heuristiken) sollen automatisierte Fahrzeuge in Situationen „entscheiden“, in denen alle vom System identifizierten Handlungsoptionen zu Schädigungen von Personen führen werden bzw. führen könnten? Muss es dafür ein einheitliches Regelwerk geben? (Wer stellt das auf? Nationale Gesetzgeber\*innen? Internationale Normungsgremien?) Oder wäre es vorstellbar, dass Nutzer\*innen „ihr“ Fahrzeug ihren moralischen Präferenzen entsprechend (sozusagen als „moralisches Double“) einstellen? Und damit verantwortlich bleiben?
  - Wie wird im Schadensfall mit eventuellen Spannungen zwischen einer situativen Entscheidung sowie ihren Ergebnissen einerseits und einer nachfolgenden moralischen und rechtlichen Bewertung ebendieser andererseits umgegangen? Auch Automatisierungen könnten in Situationen mit Schadensfolgen geraten, in denen sich bei nachfolgender Analyse zeigt, dass andere (potenziell weniger folgenreiche) Optionen zur Verfügung gestanden hätten, die die Automatisierung aber nicht rechtzeitig erkannt oder nicht genutzt hat? Würden wir dies (als Person und als Gesellschaft) „entschuldigen“? Könnten wir daraus lernen? Bis zu welchem Umfang sind Bürger\*innen bereit, Grenzen der Leistungsfähigkeit solcher Entscheidungssysteme hinzunehmen bzw. zu akzeptieren?
  - Sollten automatisierte Fahrzeuge sich eines Tages sicherer im Verkehr bewegen können als solche mit menschlichen Fahrer\*innen (eigentlich ist das ja eine Mindestbedingung ihrer Einführbarkeit – aber wie genau würde man das ex ante messen?) –, müsste Menschen dann nicht eigentlich das Führen eines Fahrzeugs verboten werden?



## **Begrüßung durch Günter Getzinger (Transkript)**

Einen schönen Nachmittag, meine Damen und Herren! Ich begrüße Sie sehr herzlich in den heiligen Hallen der TU Graz, in unserer Aula, wie Sie sehen, eine sehr altehrwürdige Einrichtung. Sie war übrigens die erste technische Universität, die in Österreich gegründet wurde. Das bedeutet für uns nicht nur Herausforderung, nämlich nicht nur die beste zu sein in Österreich, sondern auch Verpflichtung, nämlich aktuelle, kontroverse Themen als erste zu diskutieren. So ganz die Ersten sind wir ja nicht, aber vielleicht doch, nämlich im Rahmen einer technischen Universität: Wir diskutieren heute die ethischen Herausforderungen des automatisierten Fahrens.

Ich begrüße Sie alle sehr herzlich zu dieser Diskussion, die auch ein bisschen ein Experiment ist, nämlich insofern, als sie in keinem üblichen Format stattfindet: keine Podiumsdiskussion, kein Vortrag einer Expertin, eines Experten, sondern ein besonderes Format, das wir gewählt haben: wir, die Veranstalter\*innen, nämlich Armanda Pilinger vom Büro für Gleichstellung und Frauenförderung, Cornelia Lex vom Institut für Fahrzeugtechnik und meine Wenigkeit.

Mein Name ist Günter Getzinger, ich leite die Science, Technology and Society Unit der TU Graz, die kürzlich eingerichtet wurde, um sich um sozialwissenschaftliche und ethische Aspekte technischer Projekte zu kümmern.

Das Format, das wir gewählt haben, nennt sich Fishbowl und schaut genauso aus, wie Sie es jetzt sehen. Es sitzen Expertinnen und Experten in der Mitte, jeder gibt ein Statement ab. Heute werden es etwa 10, maximal 15 Minuten sein, die sie Zeit haben, um uns ihre Perspektive auf dieses Thema zu vermitteln. Und es gibt Sie, den äußeren Kreis, die Sie jetzt einmal das Privileg haben, hier einfach nur zuzuhören, aber dann umso mehr gefordert

sind, nämlich, den freien Sessel hier im inneren Kreis einzunehmen, um sich an der Expert\*innendiskussion zu beteiligen. Sie können eine Frage stellen, Sie können Kritik üben: Was auch immer Sie hier einbringen möchten, es ist erlaubt und erwünscht.

Wir würden uns sehr freuen, wenn es kräftig Beteiligung von Ihnen gäbe. Denn Sie sind diejenigen, die an der TU Graz das Projekt „Automatisiertes Fahren“ vorantreiben, Sie sind die Forscherinnen und Forscher, die dieses Projekt, dieses Zukunftsprojekt, möglich machen.

Und ich bin der Moderator, hab aber natürlich auch eine Meinung. Und die möchte ich offenlegen, weil sich das so gehört, dass man ganz offen sagt, wo man steht: Ich freu mich total auf das automatisierte Fahren! Warum? Weil ich kein Auto hab. Meine Interessenlage ist völlig klar. Da gibt es so schöne Fantasien – man drückt auf sein Smartphone und schon steht das Auto vor der Tür und bringt mich dorthin, wohin ich will. Natürlich für Geld, das kostet dann schon was. Aber jetzt zahl ich ein Taxi. Das ist ziemlich aufwendig und umständlich. Ich wünsch mir, dass das automatisierte Auto bald wirklich zur Verfügung steht. Das ist meine Perspektive.

Es gibt aber auch die Perspektive meines Sohnes, die ich heute in der Früh mit ihm diskutiert habe. Er ist 17 Jahre alt. Was ist wichtig, wenn man 17 ist? Man macht den Führerschein. Er sagt, das automatisierte Fahren ist für ihn eine Dystopie. Er findet das furchtbar, denn gerade jetzt lernt er Auto fahren und will Auto fahren und will natürlich sein ganzes Leben lang immer bessere Autos, immer stärker, immer schnellere Autos fahren. Er findet es furchtbar, wenn es Autos gibt, die von alleine fahren. Das ist also eine ganz andere Perspektive. Wir haben nach einer halben Stunde den Diskurs abgebrochen. Da gibt's keine Einigung. Ich hab gesagt, das normale Auto, wie wir es jetzt kennen, wird es ohnehin noch lange geben.

Das normale Auto wird nicht verboten werden, jedenfalls nicht allzu schnell – vermute ich einmal –, aber ich bin schon gespannt auf Ihre Sichtweisen, als Expertinnen und Experten.

Ich hoffe, ich habe das Format gut genug erklärt. Etwa eine Stunde wollen wir jetzt Ihnen zuhören. Die Expertinnen und Experten werden sich natürlich in der Diskussion auch aufeinander beziehen. Aber dann lebt unsere Veranstaltung ganz stark von Ihren Fragen, Ihren Beiträgen.

Die gesamte Veranstaltung wird aufgenommen, das Transkript wird in Buchform veröffentlicht. Wir ersuchen diesbezüglich um Ihr Einverständnis.

Wenn es keine Verständnisfragen gibt, erlaub ich mir nun zu beginnen, und zwar möchte ich gerne Cornelia Lex das Wort geben. Cornelia Lex ist Assistenzprofessorin am Institut für Fahrzeugtechnik unserer TU Graz. Sie forscht zum Thema Fahrdynamik und deren Auswirkungen auf das automatisierte Fahren und leitet am Institut den Bereich der Werkstätten, mit dem Fahrwerks- und Bremsprüfstand, sowie die Versuchsfahrzeuge des Institutes.



## **Eingangsstatement von Cornelia Lex (Transkript)**

Vielen Dank für die einleitenden Worte. Ich wünsche Ihnen allen einen schönen Nachmittag. Ich möchte mein Statement starten mit einer Situation, die Sie wahrscheinlich gut nachvollziehen können. Zumindest dann, wenn Sie selbst einen Führerschein haben.

Stellen Sie sich vor, Sie sind mit Ihrem Fahrzeug auf einer zweispurigen Fahrbahn unterwegs und vor Ihnen taucht plötzlich ein Hindernis auf. Das kann ein Fahrzeug sein, das deutlich langsamer ist als Ihr Fahrzeug. Vielleicht ist es sogar ein Fahrzeug, das liegen geblieben ist. Sie müssen sich nun sehr schnell entscheiden, was Sie machen. Es gibt in so einer Situation an und für sich zwei Möglichkeiten. Sie können entweder sofort eine Vollbremsung einleiten und versuchen, noch vor diesem Hindernis zum Stehen zu kommen. Ihr Ziel als Fahrerin oder Fahrer ist es idealerweise, diese Kollision zu vermeiden. Sie können auch versuchen, auszuweichen. Im Endeffekt ist es eine sehr einfache Situation: Es gibt zwei Szenarien, die Ihnen offenstehen, um einzugreifen. Welche dieser beiden Eingriffsmöglichkeiten die bessere ist, hängt von mehreren Umgebungsfaktoren ab.

Ich muss zum Ersten gewährleisten, dass die Fahrspur neben mir überhaupt frei ist. Es bringt nichts, wenn ich die erste Kollision vermeide, indem ich eine andere Kollision erzeuge. Als Fahrerin oder Fahrer ist es meine Verantwortung, zu schauen, ob auf der Nebenspur ein schnelleres Fahrzeug von hinten herankommt. Ein zweiter Einflussfaktor ist die Relativgeschwindigkeit zwischen meinem Fahrzeug und diesem Hindernis auf meiner Fahrspur. Ist diese Relativgeschwindigkeit sehr groß, ist Bremsen meistens ineffektiver als Ausweichen. Ist die Relativgeschwindigkeit gering, so wie es in der Stadt meistens der Fall ist, ist Bremsen die bessere Entscheidung. Gerade wenn ich in einer 30er-Zone unterwegs bin und das Fahrzeug vor mir noch ein bisschen dahinrollt, ist die Relativgeschwindigkeit deutlich kleiner als auf der

Autobahn, wenn ich 130 km/h fahre und vor mir ein Fahrzeug liegen geblieben ist.

Weil das noch nicht kompliziert genug ist, kommt auch noch der Straßenzustand als weitere Variable ins Spiel. Ist die Fahrbahn sehr rutschig, z. B. auf einer Schneefahrbahn, hat man einen deutlich längeren Bremsweg als auf trockener Fahrbahn. Der Weg, den man braucht, um auszuweichen, wäre auf einer rutschigen Fahrbahn ebenfalls länger als auf trockener Fahrbahn, steigt aber nicht im gleichen Ausmaß wie der Bremsweg. Als Fahrerin – sofern ich genug Zeit habe – kann ich diese Entscheidungen bewusst durchdenken und mir die beste Strategie überlegen. Im schlimmsten Fall habe ich keine Zeit und handle aus dem Instinkt heraus.

Warum erzähle ich Ihnen diese Geschichte? Genau dieselben Überlegungen, die Sie als Fahrerin oder Fahrer treffen müssen, gelten auch für ein automatisiertes Fahrzeug. Wie ich als Fahrerin muss das Fahrzeug schauen, wo die Fahrzeuge um uns herum sind. Kommt von hinten ein Fahrzeug? Wie schnell ist dieses Fahrzeug? Wie weit ist das Hindernis auf meiner Fahrspur entfernt und welche Geschwindigkeit hat es relativ zu mir? Wie ist der aktuelle Straßenzustand? Die automatisierte Fahrfunktion braucht alle diese Informationen, um eine optimale Entscheidung treffen zu können.

Nun ist es so, dass es im Fahrzeug schon sehr viele Sensoren gibt, um diese Werte ermitteln zu können. Aber man muss in Kauf nehmen, dass diese Sensorinformationen auch gewisse Abweichungen haben. Manche Werte können auch nicht direkt gemessen werden und müssen berechnet werden mit Algorithmen. Es gibt Unsicherheiten, die sich teilweise vermehren und die ich in Kauf nehmen muss. Auch bei einem Auto mit einem guten Sensor ist nicht alles ideal.

Ein Beispiel dafür ist die Fahrzeuggeschwindigkeit. Als Insassin sehe ich diese ständig am Tacho, das heißt, dass sie irgendwo

im Fahrzeug ermittelt oder gemessen wird. Allerdings ist diese Geschwindigkeit relativ ungenau. Wenn Sie nebenbei schon mal ein Navigationsgerät haben laufen lassen, sehen Sie dort eine Geschwindigkeit, die meist ein bisschen niedriger ist als das, was Sie auf Ihrem Tacho sehen. Daran sieht man, dass es eine Abweichung gibt. Für Sie reicht diese Genauigkeit allerdings aus, um innerhalb vom gesetzlichen Rahmen zu bleiben. Für gewisse Fahrerassistenzsysteme kann dieser Geschwindigkeitsunterschied schon zu groß sein.

Stellen Sie sich nun vor, ein Sensor misst die Relativgeschwindigkeit von Ihrem Fahrzeug zu einem Hindernis. 5 km/h Abweichung können einen Unterschied machen, wenn ich z. B. ein stehendes Auto von einem langsam rollenden Fahrzeug vor mir unterscheiden möchte. Systeme, die es jetzt schon im Fahrzeug gibt, sind immer so ausgelegt, dass solche Unsicherheiten noch keine allzu große Rolle spielen. Dafür wird in Kauf genommen, dass sich nicht jede Kollision verhindern lässt. Aber auch wenn die Kollision nicht vermieden wird, so wird zumindest die Aufprallgeschwindigkeit reduziert durch einen Bremseneingriff. Und Geschwindigkeitsreduktion bedeutet für mich als Insassin, dass meine Unfallschwere deutlich geringer ist, wenn es zu einer Kollision kommt. Das gilt auch für Fußgängerinnen und Fußgänger oder Radfahrerinnen und Radfahrer, die mein Fahrzeug erfasst.

Rechtlich gesehen ist es so, dass die Systeme, die bereits serienmäßig eingebaut sind, zur Unterstützung von Fahrerinnen und Fahrer entwickelt wurden. Die Umgebung muss ich als Fahrerinnen aber selbst beobachten und gegebenenfalls eingreifen. Die rechtliche Verantwortung liegt am Ende bei mir: Ich war zu schnell unterwegs oder ich hätte schon früher bremsen müssen.

Für eine automatisierte Fahrfunktion oder für ein autonomes Fahrzeug ist reine Unfallschwerereduktion in Zukunft nicht mehr ausreichend. Kommt zum Beispiel ein Wintereinbruch und es ist plötzlich rutschig und alle Autos in Graz verschätzen

sich bei der Bewertung dieser Situation, kommt es wenigstens zu einer großen Anzahl von Blechschäden. So etwas wäre für Nutzerinnen und Nutzer nicht akzeptabel und generell bedenklich. Würde man – aus der Vorsicht heraus – allerdings jeden Tag so fahren, als wäre es rutschig, würden vor Ampeln oder hinter anderen Fahrzeugen viel zu lange Bremswege entstehen. Weder für die Insassinnen und Insassen noch für andere Verkehrsteilnehmerinnen und -teilnehmer wäre klar, warum das Fahrzeug plötzlich so früh bremst. Man kann von einer geringen Akzeptanz für so ein Fahrverhalten ausgehen. Das gilt insbesondere für gemischten Verkehr mit autonomen Fahrzeugen und manuell betriebenen Fahrzeugen.

Für die Auslegung einer Fahrfunktion müssen alle diese Randbedingungen ermittelt werden und die Fahrfunktion muss entsprechend angepasst werden. Allerdings muss man damit umgehen, dass alle diese Informationen für die Entscheidungsfindung nicht ideal exakt verfügbar sind.

Es gibt Unschärfen und Unsicherheiten in diesen Werten, die man in Fahrfunktionen und für Eingriffe in Lenkung und Bremse berücksichtigen muss. Eine Frage, die sich daraus ergibt, ist: Wie viel Risiko darf das Fahrzeug von sich aus eingehen? Ist es akzeptabel, wenn ich unter gewissen Umständen Blechschäden in Kauf nehme und sich Insassinnen oder Insassen erschrecken? Wie kann ich das Risiko vorher abschätzen? Brauche ich Algorithmen, die ständig im Hintergrund laufen und mir die Unfallschwere für verschiedene Eingriffe – wenn auch nicht mit exakten Daten – vorhersagen und dann z. B. auf Basis der mit 90-prozentiger Wahrscheinlichkeit ermittelten Zustände entscheiden, heute eher defensiv zu fahren?

Es gibt weitere Fragen, die sich daraus ergeben: Ist es okay, wenn das Fahrzeug in gewissen Situationen einfach mal langsamer fährt, bis es diese Zustände besser ermittelt hat? Konkret kann das heißen, dass es plötzlich nur noch 30 km/h fährt, um

sich seiner eigenen Situation wieder bewusst zu werden. Es ist im Endeffekt ja auch das, was Menschen oft machen, wenn sie gerade keinen Überblick haben. Das sieht man manchmal an Fahrzeugen mit Kennzeichen aus weiter entfernten Städten, deren Fahrerinnen und Fahrer den Weg suchen oder damit beschäftigt sind, Schilder zu lesen. Ähnlich könnte auch ein automatisiertes Fahrzeug in Zukunft reagieren, um sich seiner Situation wieder sicherer zu werden.



## **Eingangsstatement von Daniel Watzenig (Transkript)**

Ich bin seit 2018 Professor für automatisiertes Fahren an der TU Graz. Die TU Graz hat hier eine Vorreiterstellung, da diese Professur aktuell einzigartig in Europa ist.

Ich war letztes Jahr viermal im Silicon Valley und kenne die vorhin gezeigten Bilder sehr gut. Es ist immer wieder ein Erlebnis, die Fahrzeuge im Alltag zu sehen, was man bei uns eben leider noch vermisst.

Zu Beginn ganz kurz zu den Institutsschwerpunkten im Kontext Automated Driving. Fokus liegt so auf den Themen Sense and Control, konkret umfasst dies den Perception Layer und den Planning Layer mit dem Ziel, automatisierte Systeme sicherer und zuverlässiger zu gestalten. Wesentlich sind auch die unterschiedlichen Sensoren, um auch bei schlechten Wetterverhältnissen bestmöglich agieren zu können. Das große Schlagwort der letzten zwei, drei Jahre heißt „fail-operational“, d. h., Systeme sollen im Fehlerfall nicht einfach nur abschalten, sondern mit reduzierter Funktionalität einen sicheren Zustand erreichen – entweder rechts ranfahren oder wie auch immer. Essenziell ist auch das Thema dynamische Objekterkennung, speziell wenn es darum geht, Fußgänger und Radfahrer rechtzeitig und richtig zu erkennen. Und davon abgeleitet auch: Wie kann ich diese unterschiedlichen Szenarien nachhaltig beschreiben?

Müssen wir auch wirklich alle „rare events“, alle „corner cases“ absichern, oder macht es Sinn, einfach mal, wie's die Amerikaner machen, Daten zu sammeln und raus auf die Straße? Das Schöne ist, dass wir einige Demonstrator-Fahrzeuge an der TU Graz haben. Höchstwahrscheinlich nach dem Sommer wird's die ersten Testfahrten auf der A2 geben, zwischen Laßnitzhöhe und Graz-West – im Rahmen der Testregion ALP.Lab, die seit zwei Jahren existiert. Die TU Graz ist einer der fünf Anteilseigner

an dieser Testregion speziell für Pkws. Eine weitere Testregion wurde in Oberösterreich initiiert, dort geht's um automatisierte Logistik.

Und natürlich gibt es auch jede Menge neue Vorlesungen und Labore: Eine Vorlesung, die sich speziell mit dem Thema Architektur autonomer Fahrzeuge beschäftigt, und auch zwei Labore, ein Grundlagenlabor und ein Labor, fokussiert auf Sensor-Fusion. So weit ein kurzer Überblick, damit Sie mich einordnen können.

Ich habe mir die Mühe gemacht, die relevanten Unfallzahlen zusammenzufassen. Wir sehen auch in Österreich, dass wir hinsichtlich Verkehrstoter rückläufig sind, trotzdem sind 2018 400 Personen auf österreichischen Straßen gestorben. In Deutschland gab's einen leichten Anstieg, 3.765 Verkehrstote. Die Zahlen von der EU haben wir jetzt nicht vorliegen. Die kommen immer Ende März, aber es wird wieder in der Größenordnung 25.000 sein. Also kein großer Fortschritt zurzeit, obwohl auch sehr viel Forschung betrieben wird, und sehr viel Entwicklung, speziell bei den Themen aktive Sicherheit und ADAS, also Advanced Driver Assistance Systems.

Wenn wir die Ursachen näher betrachten, ist prozentuell Ablenkung, „driver distraction“, der Hauptunfallgrund. Da geht's jetzt nicht ums Handy, ums Texten nebenher, sondern einfach, wie du zuvor gesagt hast – man ist mit dem Kopf ganz woanders, ist vielleicht schon zu Hause oder beim nächsten Arbeitstag, beim nächsten Meeting. Und da passieren die Unfälle.

Nicht angepasste Geschwindigkeit und Vorrangverletzungen, das sind die weiteren Ursachen. Und das korreliert auch ganz gut mit Deutschland und dem Rest der Welt, würde ich sagen. Und, das muss man auch festhalten, der Großteil der Unfälle passiert nicht auf der Autobahn und nicht in den Städten, sondern auf Bundesstraßen, Landstraßen, dort, wo gerade unangepasste Geschwindigkeiten oder fehlendes Fahrkönnen fatal enden können.

Automatisiertes Fahren bietet Vorteile in den Bereichen Komfort, Sicherheit und Effizienz. Der Uber-Unfall im März 2018 war ein Rückschritt. Genau vor einem Jahr gab's einen Unfall, der natürlich durch die Medien ging. Wir werden sicher auch noch in der Diskussion darüber sprechen, dass das Fahrzeug selbst keine Schuld trifft. Der fatale Fehler lag beim Sicherheitsfahrer. Nur die wenigsten lasen Wochen später den offiziellen technischen Unfallbericht. Leider blieb das Medien-Statement (wie leider so oft): Autonomes Fahren ist gefährlich und kann Unfälle verursachen und Menschen töten. Aber ich glaube, da werden wir noch nach der Pause ein bisschen darüber diskutieren.

Der Mensch hat noch immer gewisse Vorteile gegenüber der Maschine. Egal, ob es jetzt der Perception Layer ist, der Planning Layer oder der Actuation Layer. Wenn es darum geht, bei schlechten Witterungsbedingungen sicher zu manövrieren, dann ist unsere Routine, unser Fahrkönnen im Vorteil. Das ist natürlich nicht generalisierbar.

Wesentlicher ist, dass wir als Menschen Objekte auch sofort identifizieren können. Auch wenn die Bildverarbeitung schon sehr weit fortgeschritten ist, die Bildverarbeitung hat auch noch „room for improvement“, wie's so schön heißt. Und ein wesentlicher Aspekt, den wir leider jetzt noch nicht abdecken können, der für uns Menschen ganz klar ist: Wir können Kontext interpretieren, wir können Situationen sofort einschätzen und dementsprechend auch handeln. Für ein Fahrzeug oder für Machine-Learning-Algorithmen ist das relativ schwierig. Ich kann alles trainieren und lernen, aber Kontext und komplexe Szenarien situativ zu interpretieren, ist ein ungelöstes Problem.

Und wesentlich ist natürlich die Einführung standardisierter und harmonisierter Testszenarien. Die einheitliche Absicherung ist notwendig, um schlussendlich automatisierte Fahrzeuge für den Verkehr technisch und rechtlich zuzulassen.

2017 wurde in Deutschland eine 20-köpfige Expertenkommission eingesetzt, die 20 ethische Regeln aufgestellt hat. Das sind jetzt keine Regeln, die einzuhalten sind, aber zumindest ein erster Schritt bzw. Vorschlag einer Expertenkommission, beauftragt vom Ministerium. Man findet das auch im Internet, den ganzen Report, vom Juni 2017, z. B. darf Software nicht Menschen klassifizieren, also auf Basis der Objekterkennung entscheiden (etwa Kind versus Greis).

Als abschließendes Statement: Automatisiertes Fahren der Stufe 5 (Robot-Taxi ohne Lenkrad und Pedale) im flächendeckenden Einsatz wird es noch lange nicht geben bzw. auch nur in abgetrennten Bereichen.

Der große Vorteil, der jetzt auch tatsächlich rund um diesen Hype in den letzten Jahren entstanden ist, ist die Forcierung der Entwicklung von Fahrerassistenz-Systemen und aktiven Sicherheitssystemen. Da ist wirklich sehr viel passiert.

Durch den globalen Megatrend des automatisierten Fahrens sind plötzlich ganz neue Methoden verfügbar, neue Sensoren sind verfügbar, die es vor fünf, sechs Jahren noch nicht gegeben hat. Sensor-Fusion ist salonfähig geworden. Das ist ein großer Benefit für uns aus der Sicht der Unfallvermeidung (Vision Zero). Auch in USA, im Silicon Valley, zwischen San José und San Francisco sind die Fahrzeuge nicht immer ständig autonom unterwegs. Es werden prototypische Systeme erprobt, dazwischen fährt man immer wieder manuell. Aktuell kann kein automatisiertes und uneingeschränkt im Straßenverkehr zugelassenes Fahrzeug erworben werden. Forschung und Entwicklung sind weiterhin gefragt und ein einheitlicher rechtlicher Rahmen muss geschaffen werden.

## **Eingangsstatement von Mario Herger (Transkript)**

Vielen Dank! Ich bin Absolvent der TU Wien, also ich hoffe, Sie erlauben mir, hier an der TU Graz auch ein bisschen was zu sagen. Ich komm' aus der Chemie, ich habe während meines Doktorats Abgasmessungen an zwei Heizölen gemacht: Heizöl leicht und Heizöl extraleicht. Letzteres ist chemisch gesehen nichts anderes als Diesel. Das heißt, ich habe damals schon „manipuliert“, allerdings an Heizungsanlagen. Allerdings habe ich nie als Chemiker gearbeitet, sondern ging in die Softwareindustrie. Zwanzig Jahre später, als ich das Buch „Der letzte Führerschein-neuling“ geschrieben und mich wieder mit dem Thema beschäftigt habe, sind Abgase plötzlich wieder auf mich zurückgekommen.

Ich wohne seit 18 Jahren im Silicon Valley und dort und in ganz Kalifornien haben heute 62 Unternehmen eine Genehmigung, autonome Fahrzeuge auf allen öffentlichen Straßen zu testen.

Ich habe ein paar Videos vorbereitet, weil ich eigentlich ein bisschen zeigen wollte, wie sich diese Dinge entwickeln und wie weit der Status ist.

Hier bin ich um 6.40 Uhr in der Früh, in Mountain View, und ich begegne diesen Fahrzeugen halt immer wieder. Ja, die fahren mit insgesamt 600 bis 700 Fahrzeugen im Silicon Valley herum.

Hier ist ein Waymo-Fahrzeug, das hier eine 180-Grad-Umdrehung gemacht hat, einen sogenannten U-Turn. Hier ist ein Drive.ai-Fahrzeug, und daneben ist ein Waymo-Fahrzeug. Waymo ist übrigens ein Firmen-Spin-off von Google. Das heißt, wenn man in den richtigen Gegenden fährt, sieht man diese Fahrzeuge die ganze Zeit herumfahren. In diesen Fahrzeugen sitzen nach wie vor Sicherheitsfahrer drinnen, die im Notfall übernehmen können. Die Waymo-Autos fahren jeden Tag bereits 40.000 km im Stadtverkehr, in solchen Szenarien.

Hier ist ein Fahrzeug der 3. Generation von Waymo. Das hatte damals nicht einmal ein Lenkrad, kein Gaspedal, kein Bremspedal. Hier fährt es in der Nacht. Waymo-Autos fahren zu allen Tages- und Nachtzeiten. Hier ist ein Fahrzeug, und mit mir ist ein Absolvent von der TU Graz gewesen, der hat den Sicherheitsfahrern im Fahrzeug zugewunken. Der arbeitet nämlich bei Waymo. Das Fahrzeug hat versucht, seine Handgeste zu interpretieren. Also ob es ein Stoppzeichen von einem Polizisten ist, und hat versucht, darauf zu reagieren. Hier stehen drei dieser Fahrzeuge vor der Ampel. Mittlerweile sind diese Fahrzeuge der 3. Generation schon in Pension geschickt, die gibt es nicht mehr auf den Straßen.

Dahier ist ein Fahrzeug der 2. Generation. Da sieht man noch die rudimentären Aufbauten von diesen Sensoren, also von den LiDAR-Systemen und Radarsystemen. Hier ist eines von Uber in San Francisco. Auf dem Dach des Fahrzeugs befindet sich dieser drehende „Topf“ des LiDAR-Systems. Das alleine kostet um die 70.000 Dollar. Hier befinden sich die Kameras und weitere Sensoren. Hier ist ein Lastwagen von Otto, und das ist nicht der Versandhändler, das ist ein Start-up.

Ich konnte leider nicht genau die Sensoren abfilmen, denn ich musste selber Auto fahren. Hier ist ein Fahrzeug von Nuro.ai, eine Firma, die eigentlich Lieferroboter entwickelt und aktuell noch Autos als „Esel“, also als „mule“, verwendet, um sie zu entwickeln und zu testen. Hier ist ein Fahrzeug von GM Cruise in San Francisco. GM Cruise hat um die 130 Autos auf den Straßen.

Das war damals Apple, das wussten wir nicht zu diesem Zeitpunkt. Apple hat mittlerweile an die 70 Fahrzeuge auf den Straßen. USA-weit fahren an die 1.400 solcher Fahrzeuge herum, davon der Großteil momentan im Silicon Valley. Von solchen Fahrzeugen geht natürlich eine ganz andere Kraft und Power aus.

Ich habe eine Frage an euch: Wer von euch hat schon einmal ein autonomes Fahrzeug in der Wildnis gesehen? Also in Graz

oder irgendwo sonst? Im Silicon Valley kann ich nicht einmal mehr auf einen Kaffee gehen, sozusagen vors Haus treten, ohne einem solchen Fahrzeug über die Wege zu laufen. Und das gibt jedem noch einen riesigen Antrieb. Das heißt, die Entwickler sehen die Fahrzeuge der anderen Unternehmen, die der Mitbewerber, und was sie tun, und jeder strengt sich noch stärker an.

Dieses Unternehmen beispielsweise – Zoox – hat 800 Millionen Dollar aufgestellt, um das gesamte selbstfahrende Auto zu entwickeln. Und das ist sehr inspirierend. Da steckt mörderisch viel Geld dahinter.

Von 2013 bis 2017 wurden insgesamt von der gesamten Industrie 80 Milliarden Dollar hineingesteckt, um das autonome Auto zu entwickeln. In diesem Video ist eine ganz normale Straßenverkehrssituation: ein Waymo-Fahrzeug, das rechts abbiegt. Eigentlich völlig unspektakulär, da passiert nicht viel eigentlich. Ja, aber da ist doch was Wichtiges und das werde ich erklären.

Das Erkennen von Fahrspuren, das Erkennen von Straßenschildern, von Ampeln, von anderen Objekten, Verkehrsteilnehmern. Das ist eigentlich erledigt, das ist gelöst, dieses Problem. Das ist tatsächlich auch die erste Übung, die man beim „self-driving Nanodegree“ der Online-Universität Udacity macht. Udacity wurde von Sebastian Thrun gegründet. Sebastian selbst ist der „godfather of self-driving“. Er gewann 2006 den DARPA Grand Challenge und wurde bei Google angestellt, um dann das autonome Auto zu entwickeln, das heute bei Waymo weiterentwickelt und kommerzialisiert wird. Und die Erkennung von Objekten und Fahrbahnmarkierungen gehört zu der ersten Übung, die man dort lernt. Ich habe diesen Kurs besucht und gemacht.

Im vorliegenden Beispiel geht's um das Erkennen von Intentionen, die Absichten anderer Verkehrsteilnehmer zu verstehen. Und in diesem Fall waren das zwei Frauen, die hier stehen. Und zwar haben wir hier ja eine grüne Ampel. Das heißt, das

Waymo-Fahrzeug kann in diese Richtung fahren. Es will aber rechts abbiegen. Allerdings stehen hier Fußgänger, die auch Grün haben und die Straße kreuzen dürfen.

Woran aber erkenne ich jetzt die Intention dieser Verkehrsteilnehmer? Indem die Frau beispielsweise einfach über die Straße geht, und ich seh schon am Bewegungspfad, in welche Richtung sie unterwegs ist und über die Straße schreitet. In diesem Fall stehen die beiden Frauen aber, und das Fahrzeug versucht anhand der Blickrichtung zu erkennen, was deren Absicht ist. Schaut das Gesicht der Frau das Fahrzeug an oder schaut es weg? Ich versuch', ja Blickkontakt mit dem menschlichen Fahrer aufzunehmen. Das ist sozusagen meine Kommunikation, und dann geh ich über die Straße. In diesem Fall aber plaudern die Frauen miteinander. Die eine Frau steht mit dem Rücken zum Fahrzeug, die andere schaut das Fahrzeug an. Und die Kamera sieht das Gesicht der Frau und versucht herauszufinden: Will sie was von mir, kommuniziert sie mit mir oder spricht sie mit der anderen Frau? Deshalb sieht man das Fahrzeug auch so zögerlich anfahren. Es fährt einmal vor, ein weiteres Mal vor, und dann endlich biegt es vollständig ab.

Schauen wir uns das Video noch einmal an. Hier sind die beiden Frauen, das Fahrzeug fährt einmal vor, fährt noch einmal vor, die andere Frau schaut zwar auf das Auto, bewegt sich aber nicht, und deshalb entscheidet das Fahrzeug jetzt, dass die Frauen stehen bleiben wollen und es deshalb fahren kann.

Und das sind Situationen, die ich sehr einfach vorhersehen kann, also die man lernen kann, aber die man erfahren haben muss. Das kann auf der Teststrecke sein, auf einem Testgelände oder eben in der Wirklichkeit. Das sind ganz subtile Momente, die ein selbstfahrendes Auto erkennen muss. Und dann gibt es aber Sachen, die man nicht vorhersagen kann. Nämlich Verkehrssituationen, die ich mir auch mit lebhaftester Fantasie einfach nicht vorstellen kann.

In diesem Video sieht man ein Fahrzeug von Google auf der Straße, und es trifft hier auf eine Frau, die in der Mitte der Straße in Kreisen fahrend in einem Elektrorollstuhl unterwegs ist, dabei einen Besen in der Hand hält und versucht, diese Ente zu verscheuchen. Und als Entwickler an der TU Graz mag ich zwar viel Fantasie haben, aber das kann ich mir nicht vorstellen. Trotzdem müssen selbstfahrende Autos diese Situation richtig behandeln können. Das heißt nicht, dass sie sie verstehen müssen. Ich versteh' diese Situation auch nicht, aber die Autos müssen sie erkennen und rechtzeitig und sicher reagieren können.

Hier ist eine Aufnahme von GM Cruise, die momentan technologisch hinter Waymo als fortgeschrittenes Entwicklungsteam gelten. Die schaffen es bereits auch, nur alle 10.000 Kilometer einen Eingriff eines Sicherheitsfahrers zu benötigen. Und im Video sehen wir so typische Straßenverkehrssituationen in San Francisco, Verkehrssituationen, die das Fahrzeug im autonomen Modus behandelt.

Hier sind doppelt geparkte Fahrzeuge, Fahrzeuge, die einfach aus Lücken herauskommen, schräg parken, Fußgänger, die dazwischen herumspazieren, ein Auto, das den Vorrang nimmt, eines, das einfach vorfährt. Und das bei ziemlich schlechten Straßenbedingungen. Wer schon jemals in San Francisco war, weiß, wie schlecht die Straßen dort sind. Hier mit Baustellenhütchen, die man erkennen muss. Was gilt denn jetzt für mich als selbstfahrendes Auto? Das muss ich in Sekundenbruchteilen erkennen und diese ganzen Situationen richtig interpretieren.

Hier ist ein Moment, wo plötzlich jemand gegen den Verkehr nach rückwärts schiebt und mich vielleicht nicht sieht. Wo Menschen einfach queren, dann wieder umdrehen, nicht wissen, was sie eigentlich tun sollen oder wollen. Und das sind Situationen bei geringen Geschwindigkeiten in der Stadt. Hier ein Fahrradfahrer, der ohne Rücksicht quert, ein Lkw, der zurückschiebt, der dann doch auf mich wartet, ein Fußgänger, der rechts rübergeht und dann nach links geht.

Und jetzt stellt sich die Frage, warum wir uns das Ganze eigentlich antun. Wir haben heute in Österreich jedes Jahr 300 bis 400 Tote im Straßenverkehr. Wir haben 30.000 bis 40.000 Verletzte. Weltweit sterben 1,2 Millionen Menschen bei Verkehrsunfällen. Selbst wenn man ein toller Autofahrer ist: Es passieren Dinge, wie man hier auf dem Video sieht, die einfach unverhofft geschehen. Man steht und wird hinten angefahren.

Wenn wir also jetzt über ethische Herausforderungen von solchen Maschinen – den selbstfahrenden Autos – reden, dann dürfen wir nicht vergessen, dass wir heute schon ein Riesenproblem haben, dass wir diese strengen, ethischen Fragen eigentlich bei Autos im Straßenverkehr heute nicht stellen. Und wir müssen aufpassen, dass wir da nicht eine Doppelmoral oder eine Heuchlerei reinbringen, dass wir so eine Angst haben vor Maschinen, die Fehler machen können, dass wir versuchen, diese Technologie zu verhindern, nur weil irgendwann einmal ein Zwischenfall mit Todesfolge passieren kann.

94 Prozent aller Unfälle passieren durch menschliches Versagen. Weil wir beim Fahren unaufmerksam, müde, betrunken oder vielleicht zornig sind. All das sind Momente, wo man nichts machen kann, keinen Einfluss hat auf die Geschehnisse. Wenn wir es schaffen, 80, 90 Prozent dieser Unfälle zu reduzieren und damit dem Ziel der Vision Zero, bei der es null Verkehrstote bis 2040 geben soll, näherkommen könnten, dann sind selbstfahrende Autos eine Schlüsseltechnologie, das Ziel zu erreichen.

Und ich rede hier nicht vom *automatisierten* Fahrzeug, ich rede vom *autonomen* Fahrzeug.

Automatisiert ist ein bisschen weniger ambitionslos, ja, es ist mehr wie ein aufgemotztes Fahrerassistenzsystem. Ich rede hier wirklich von der Technologie, wo kein Fahrer mehr gebraucht wird, also dem autonomen Fahren. Wir sollten so eine

Technologie bereits einsetzen, wenn sie nur ein *bisschen* besser ist, oder vielleicht 10 oder 20 Prozent. Das ist mein Statement gewesen, danke schön.



## **Eingangsstatement von Marcel Baunach (Transkript)**

Vielen Dank für die Einladung und die damit verbundene Möglichkeit, einige Gedanken zu den ethischen Gesichtspunkten hinsichtlich Datenverarbeitung und Datenspeicherung in autonomen Fahrzeugen beizusteuern. Meine Arbeitsgruppe „Embedded Automotive Systems“ am Institut für technische Informatik beschäftigt sich im Wesentlichen mit der Frage, wie man Rechnersysteme in Fahrzeugen im Hinblick auf Safety, Security, Echtzeit und Wartbarkeit hoch zuverlässig machen kann. Wir arbeiten an der Schnittstelle von Hardware und Software: an Betriebssystemen und Prozessorarchitekturen für eingebettete Systeme.

Ein zunehmend wichtiger werdender Aspekt ist, wie man die Wartbarkeit von Steuergeräten über lange Zeit gewährleisten kann. Heutzutage werden Fahrzeuge mit sehr viel Software ausgestattet, die nach der Auslieferung kaum noch verändert wird. Sollten ernsthafte Gefahren durch fehlerhafte Software erkannt werden, dann werden solche Fehler behoben, ansonsten bleibt die Software meist unangetastet.

Wenn zukünftige Fahrzeuge allerdings autonomer werden, drahtlos kommunizieren und intensiv miteinander agieren, dann wird Software aus zusätzlichen Gründen permanent aktuell zu halten sein. Eine kontinuierliche Aktualisierbarkeit ist mit den heute verfügbaren Systemarchitekturen, Entwicklungsprozessen und Standards jedoch nur schwer erreichbar, denn es kann kaum gewährleistet werden, dass nach einer Aktualisierung alle Funktionen noch immer genauso zuverlässig arbeiten wie zuvor. Zwar gibt es sehr viele Zertifizierungsprozesse zur Qualitätssicherung, diese müssten jedoch nach jeder Änderung von Neuem durchlaufen werden. Die entstehenden Kosten- und Zeitaufwände sind beträchtlich und erfordern signifikante Veränderungen und auch gänzlich neue Ansätze. Eine Möglichkeit könnte zum Beispiel sein, die entstehende Flexibilität in der Softwarekomposition

mit dynamischen Laufzeitkonzepten zu behandeln. Zwar entstehen dadurch weitere Herausforderungen, weil Dynamik per se schwer beherrschbar ist, wir haben jedoch bereits gute Erfahrungen damit gemacht. Diese Dynamik wird man zukünftig allerdings ohnehin nicht nur in der Komposition der Software finden, sondern ganz grundsätzlich auch im Verhalten der Fahrzeuge. Überlegen wir uns ein Szenario:

Stellen Sie sich vor, Sie haben ein neues Fahrzeug gekauft. Nach einigen tausend Kilometern stellen Sie fest, dass sich das Fahrzeug auf Sie einstellt. Es „weiß“ zunehmend genauer, was Sie wollen, es kennt Ihre bevorzugten Strecken, Ihre üblichen Fahrzeiten und sogar Ihren Fahrstil. Wie kann das sein? Und möchten Sie das? Es ist zwar einerseits praktisch, hilfreiche Streckeninformationen zur Stauumfahrung zu erhalten, und in Zukunft könnte es auch schön sein, wenn Ihr autonomes Fahrzeug den gleichen Fahrstil zeigt wie Sie selbst. Es bedeutet allerdings auch, dass Ihr Fahrzeug offensichtlich permanent Daten über Sie erhebt und speichert. Diese Daten werden über einen langen Zeitraum ausgewertet und interpretiert. Große IT-Firmen bieten Ähnliches schon lange für verschiedene Dienste an; nicht unbedingt direkt ins Fahrzeug integriert, sondern ins Handy, das viele Menschen ohnehin immer bei sich tragen. Es wird also auch dadurch protokollierbar, wo man fährt und wie man den Weg zur Arbeit wählt. Und man bekommt gegebenenfalls bereits am frühen Morgen die Empfehlung, fünf Minuten früher zu starten, weil es auf dem üblichen Arbeitsweg staut. Offenbar wissen die eigenen Geräte und die Dienstanbieter sehr viel. Man wird transparent. Im Laufe der Zeit entsteht also eine Vielzahl von Bewegungs- und Verhaltensprofilen. Diese könnten vom Fahrzeughersteller zur Steigerung des Komforts genutzt werden, sie können Versicherungsunternehmen oder der Polizei aber auch das persönliche Verhalten im Straßenverkehr offenbaren. Bin ich ein vorsichtiger Fahrer? Bin ich ein aggressiver Fahrer? Bremse ich vor Zebrastreifen oder fahre

ich dort öfter sogar mit erhöhter Geschwindigkeit? Fahre ich durch tiefgelbe Ampeln oder stoppe ich bereits, wenn sie grün blinken? Daraus könnten sich natürlich unterschiedliche Versicherungspolizzen ergeben. Defensive Fahrer zahlen weniger, aggressive Fahrer zahlen mehr. Das Fahrzeug würde Straftzettel zudem automatisch erstellen. Auch wenn der aktuelle Rechtsrahmen vieles nicht zulässt, so ist es technisch durchaus machbar.

Wenn vieles transparent ist, kann allerdings auch die Verkehrsführung in Städten besser geplant werden. Informationen könnten in Zukunft zentral gesammelt und verarbeitet werden, um automatisierte oder autonome Fahrzeuge durch intelligente Verkehrsleitsysteme zu lenken: Unfälle können umfahren, Verkehrsinfrastruktur gleichmäßig belastet, die Umweltbelastung punktgenau geregelt und Einsatzfahrzeugen freie Wege geschaffen werden.

Wie viel Transparenz ist also nach dem individuellen Empfinden hilfreich oder sogar angenehm? Wie viel Transparenz ist für die korrekte Funktion zukünftiger Fahrzeuge und einer optimierten Verkehrsinfrastruktur erforderlich? Welche Nebeneffekte entstehen aus dieser Transparenz und was ist angemessen bzw. vertretbar?

Ein weiteres Szenario: Menschliche Fahrer\*innen können unter guten Bedingungen etwa 75 Meter vorausschauen. Sie erfassen ihr Umfeld mehr oder weniger detailliert und steuern ihr Fahrzeug entsprechend. Mit anderen Verkehrsteilnehmerinnen und -teilnehmern teilen sie ihre Wahrnehmung nicht. Wenn Fahrzeuge selbst ihre Umwelt durch entsprechende Sensoren erfassen und miteinander kommunizieren, so teilen sie ihr „Wissen“ unmittelbar und präzise: Unfall 110 Meter voraus! Stehende Person auf der Fahrbahn! Ball überquert mit 5 km/h die Straße! Algorithmen in weiter entfernten Fahrzeugen können mögliche Folgesituationen präzisieren und weitaus vorausschauender agieren als menschliche Fahrer\*innen, die diese Information

nicht haben: Geschwindigkeit reduzieren, da ein Kind hinter dem Ball auf die Straße springen könnte!

Man muss also abwägen: Ist es im Sinne der „Privacy“ hinnehmbar, persönliche Informationen inklusive der daraus ableitbaren Gewohnheiten offenzulegen? Oder muss man sie zur Steigerung der allgemeinen Verkehrssicherheit (und anderer Ziele von gesellschaftlichem Interesse) nicht sogar offenlegen?

Hier geht es um den ethischen Aspekt: Es ist eine Frage des Handelns und der Werte in unserer Gesellschaft. In der Charta der Europäischen Union ist das Recht auf informationelle Freiheit festgelegt. Es sichert, dass persönliche Daten nicht beliebig erhoben, gespeichert, weiterverarbeitet und weitergegeben werden dürfen. Jede Person besitzt das Recht, deren Nutzung einzuschränken. Die DSGVO ist unter anderem daraus abgeleitet. In derselben Charta ist auch das Grundrecht auf den Schutz des Lebens, der Gesundheit und der Umwelt verankert. Im Sinne des moralischen Handelns im Straßenverkehr müsste also jede Person ihren Beitrag leisten und die oben genannten Daten offenlegen. So kann die Gemeinschaft von erhöhter Sicherheit profitieren. Nur: Wie sind beide Rechte vereinbar?

Bei der Entwicklung einer technischen Funktion – z. B. eines Fahrerassistenzsystems – stellt sich immer die Frage, welche Daten bzw. Informationen für eine konkrete Realisierung benötigt werden. Oft gibt es mehrere Optionen mit unterschiedlichen Anforderungen. Diese Optionen werden implementiert und analysiert und sie werden auch hinsichtlich der Einhaltung rechtlicher Vorgaben bewertet. Letztlich wird eine Realisierung für die Produktion ausgewählt. Sollten sich nachträglich die technischen Anforderungen oder rechtliche Vorgaben ändern, so muss nachgebessert werden. Letzteres muss nicht zwingend mit Einschränkungen verbunden sein; durch umfassendere Rechte bei der Erhebung und Nutzung von Daten könnten zusätzliche Features auch nachträglich angeboten werden.

In jedem Fall wird jedoch das eingangs bereits erwähnte Update laufender Systeme erforderlich. Neben den Herausforderungen der resultierenden flexiblen Softwarekomposition ist hier außerdem darauf zu achten, dass auch Systeme verschiedener Hersteller langfristig interoperabel bleiben. Sonst gehen die Vorteile vernetzter Fahrzeuge sukzessive wieder verloren. Hierfür wäre es zudem hilfreich, wenn sich die rechtlichen Rahmenbedingungen und technischen Standards der verschiedenen Märkte zumindest ähnlich entwickeln würden, um eine realistische Chance zur Realisierung vernetzter, autonomer Fahrzeuge zu haben. Industrie und Gesetzgebung, aber auch die Wissenschaft müssen also eng zusammenarbeiten, um in der Realisierung tragfähige, in der Wirkung erfolgreiche und in der Gesellschaft akzeptierte Lösungen zu finden.



# Diskussion – Transkript der Fragen & Antworten<sup>1</sup>

## **Günter Getzinger:**

So, bitte Platz zu nehmen, wir beginnen jetzt mit dem zweiten Teil unserer Diskussionsveranstaltung. Wie unschwer zu erkennen ist, haben wir Nachwuchs bekommen, oder Zuwachs, nämlich einen weiteren Sessel. Dieser Sessel ist dafür gedacht, dass Sie, Personen aus dem Publikum, für eine gewisse Zeit hier Platz nehmen. Sie kriegen dann von mir das Mikrofon und können dann Ihre Fragen, Kritiken, Anmerkungen, Thesen – was auch immer – hier einbringen. Ich werde das Mikrofon also nicht in den äußeren Kreis hinausgeben, sondern ersuche Sie, reinzukommen und danach auch wieder draußen Platz zu nehmen. Also man kommt immer, ich weiß nicht, eine oder drei Minuten hier rein, ist dann Mitglied dieses Kreises, bringt sich ein, hört sich vielleicht gerade noch die Antwort an oder auch nicht, weil das kann man auch draußen hören und gibt damit dem nächsten wieder Platz. Das ist eigentlich der Punkt. Es geht auch ein wenig um Höflichkeit, dass man immer diesen Platz einerseits besetzt, aber auch wieder freigibt. Das ist der Sinn, so funktioniert dieses Format.

Ich darf also gleich ersuchen, wer auch immer hier den Start machen möchte, hier Platz zu nehmen. Wenn es keine Frage gibt, sind wir natürlich auf uns zurückgeworfen. Das bedeutet, jeder kann sich auf das Statement des anderen beziehen. Ich sehe aber schon eine erste Wortmeldung. Wortmeldungen haben immer Priorität, das sei auch Ihnen höflichkeitshalber mitgeteilt. Diese Frage hier, dieser Sessel hier, die Person, die hier sitzt, hat absolut Priorität, bitte schön.

## **Fragestellende Person Nr. 1<sup>2</sup>:**

Ohne unhöflich zu sein, ich möchte zwei Fragen stellen bzw. zwei Punkte ansprechen.

---

<sup>1</sup> Legende siehe Seite 131.

<sup>2</sup> Im Sinne des Datenschutzes wurden alle fragestellenden Personen anonymisiert.

ÜP

Opt

Der erste betrifft die technische Seite, weil das vorher angesprochen wurde. Ich persönlich sehe *Opting-out*<sup>3</sup> nicht als Möglichkeit. Sobald wir ein gemischtes System haben, sehe ich, dass das Ganze schwieriger wird und dass dann zusätzliche Probleme entstehen. Weil dann vielleicht gerade die Leute, die sagen, ich will selber fahren, vielleicht auch die sind, die heute schon ein bisschen schneller fahren wollen und so weiter. Auch manche Probleme, die Sie angesprochen haben, wie dass dann plötzlich keiner mehr selbst fahren kann, ist natürlich etwas, was diskutiert werden muss, wie das dann ist. Aber grundsätzlich, vom Technischen her, würde ich sagen, es müsste am Ende ein homogenes System stehen, ein rein autonomes System. Das wäre mein erster Punkt.

I

Der zweite Punkt ist, wie weit wir sind. Mir wurde von einem Freund erzählt, dass es eine Firma gibt, die mehr oder weniger unverblümt Werbung macht, dass man schon autonom fahren kann. Die das auch auf Autobahnen oder so auch demonstrieren lässt. Mein Freund hat gefragt, wie das aussieht, wenn das jetzt keine Autobahn ist, sondern zum Beispiel eine typische österreichische Bundesstraße, wo vielleicht ein paar Kurven sind und eine 80er-Beschränkung ist. Aber wenn man in diese Kurve mit einem 80er hineinfährt, weil sich das Auto an die 80er-Beschränkung hält, liegt man dann außerhalb der Kurve, weil diese Kurve eben den 80er nicht verträgt. Das ist natürlich auch kein rein autonomes Problem. Wenn irgendein Ortsfremder dort fährt und sagt okay, ich kann den 80er fahren, passiert das Gleiche. Das ist durchaus ein Problem, das vielleicht auf Autobahnen nicht existiert, aber im ländlichen Bereich. Ich glaube, dass Technik heute nicht so weit ist, dass das wirklich erkannt wird, dass sie sagt, okay, da muss ich deutlich langsamer fahren.

---

<sup>3</sup> Engl. für *nicht mitmachen*. Es beschreibt in diesem Zusammenhang die Wahlfreiheit, auf automatisiertes Fahren zu verzichten und sein Fahrzeug weiterhin manuell zu lenken.

### **Günter Getzinger:**

Danke vielmals! Wer möchte sich auf diese beiden Punkte beziehen? Möchte wer etwas dazu sagen?

### **Torsten Fleischer:**

Also vielleicht zum ersten Punkt: Das ist ja immer so ein bisschen ein Problem, alles homogen zu halten. Natürlich ist das ein klasse Wunsch und es wäre auch alles so einfach, wenn alles so homogen wäre. Aber da gibt es ja verschiedene Gründe, warum das sehr schwierig wird. Erst mal haben wir verschiedene Regionen auf der Erde, da gelten dann auch unterschiedliche Gesetzgebungen. Da darf ich vielleicht eine Information in Europa erfassen, die ich in den USA nicht erfassen darf. Und ich darf sie auf unterschiedliche Arten weiterverarbeiten, darf sie unterschiedlich lang speichern.

ÜP

G

Das war ein Punkt, der nächste ist, dass es natürlich verschiedene Hersteller gibt. Und jeder versucht, seine eigenen technologischen Lösungen zu finden, jeder braucht dafür auch andere Informationen, setzt sie verschieden ein. Die Systeme sind nicht zwangsläufig kompatibel, teilweise sollen sie gar nicht kompatibel sein. Weil, na ja, das würde vielleicht den Wettbewerbsvorteil schmälern.

BC

S

Und der dritte Punkt ist, dass sich Systeme im Laufe der Zeit ja auch weiterentwickeln. Also das heißt, selbst wenn wir es hinkriegen würden, dass zu einem bestimmten Stichtag alles homogen wäre, dann werden sich im Laufe der nächsten 5, 10, 20 Jahre – wenn so ein Fahrzeug eben lange betrieben wird, können es schnell mal 20 Jahre werden – die Systeme weiterentwickeln und werden schon allein dadurch inhomogen, dass immer noch die alten auf der Straße sind und die neuen Systeme aber auch. Auch das muss ja irgendwie kombinierbar bleiben. Also da gibt es viele Gründe, warum eine perfekte Homogenität eigentlich gar nicht realisierbar ist. Auch mit dieser Inhomogenität umzugehen, ist aus meiner Sicht eine der Herausforderungen.

ÜP

### Marcel Baunach:



Da würde ich mich anschließen. Sie haben ja immer auch das Problem der Übergangsstrategien. Wenn Sie auf eine homogene Infrastruktur gehen wollen, fallen uns nur zwei Wege ein: entweder Sie bauen eine separate Infrastruktur, die Sie ausschließlich für automatisiertes Fahren nutzen. Das ist wenig wahrscheinlich, relativ teuer und – im Lichte der Diskussion, die wir über politische Infrastrukturprojekte in den meisten westlichen Ländern haben – relativ voraussetzungs-voll. Oder wir verbieten konsequent das Nutzen konventioneller Fahrzeuge. Über die politische Möglichkeit dieser Option, glaub ich, sind viele hier in der Runde einer Meinung, dass es einfach unrealistisch ist, dass Leuten, die auf das Fahrzeug für ihre Alltagsgestaltung angewiesen sind, das plötzlich wegen einer Automatisierungsstrategie verboten wird. Das heißt, wir werden bei der Entwicklung von automatisierten Fahrzeugen wohl oder übel von Mischverkehren ausgehen müssen. Das scheint mir die plausibelste Strategie unter allen denkbaren zu sein. Das heißt auch eine gewisse Inhomogenität dieser Dinge in Kauf nehmen zu müssen.

### Mario Herger:



Ich glaube, da waren ja zwei Fragen in der ersten Frage, nämlich was ist mit Mischverkehr und homogenem Verkehr, und das andere war das *Opt-in*, das *Opt-out*, das Optieren. Zu optieren heißt aber nicht, dass das System keine Informationen an eine dritte Stelle liefert. Das kann nicht anonymisiert passieren. Ein Auto ist durchgefahren, ich kann es aber nicht identifizieren, welches Auto das war und wer da drinnen gesessen ist. Also das ist durchaus eine Möglichkeit, dass ein Verkehrsplaner oder eine Stadt, die Verkehrsflüsse planen muss, sehr wohl auf diese Daten zugreifen kann.



Zum Homogenisieren: Zuerst einmal, wir brauchen keine Infrastruktur auf den Straßen, damit autonome Autos fahren können. Die Fahrzeuge, die wir hier gesehen haben (Anm.: im

von ihm gezeigten Video im 1. Teil), diese 1.200 Fahrzeuge, die heute bereits auf den Straßen sind, haben keine Verkehrsinfrastruktur, die irgendwo da eingebaut ist. Weil es keine Standards gibt, weil es so teuer ist und die Städte eh kein Geld haben oder die Gemeinden kein Geld haben und das momentan alles nur fehleranfällig wäre. 5G-Breitband oder so was gibt es alles nicht. Das heißt, die Fahrzeuge hier fahren eigentlich sogar offline herum. Die sind aus anderen Gründen noch offline: Cyber-Security-Attacken, dass sie sich dagegen wehren, also, dass sie davor geschützt sind. Das heißt, um zum Beispiel die Grazer Innenstadt nur mehr für autonome Fahrzeuge zugänglich zu machen, muss ich keine Infrastruktur dort in dem Sinne einbauen, außer dass ich Schilder aufstelle und andere Fahrzeuge nicht mehr reinfahren dürfen. Das ist sogleich eine Strategie, die man sehen könnte.

Wir haben zwar heute diesen Mischverkehr, den wir hier sehen, aber wir könnten durchaus vorausgehen und sagen, die Grazer Innenstadt darf nur mehr von autonomen Fahrzeugen befahren werden. Sobald wir dann auch die ersten Informationen und Daten haben, von Kollisionen, Unfällen usw. und das vergleichen können mit Stadtteilen, wo noch menschliche Fahrer fahren, könnte es sehr rasch zu einer Entscheidung kommen, dass auch dort nicht mehr manuell gesteuerte Fahrzeuge fahren dürfen. Dass man die vielleicht nachrüsten muss, mit einem Nachrüstsystem. Da gibt es tatsächlich Unternehmen, die so was machen.

Ich rede jetzt nicht nur theoretisch, sondern die Schweizer haben bereits diese Diskussionen. Die haben sich bereits zusammengesetzt mit solchen Unternehmen und überlegen zuerst einmal: Wie erlaube ich autonomen Fahrzeugen in den Kantonen und in den Städten, dass sie dort fahren dürfen? Und umgekehrt, wie müssen die gesetzlichen Bestimmungen ausschauen, dass ich den manuellen Fahrern das Fahren

ÜP

Opt

ÜP

Opt

G

verbieten kann? Die Schweizer sind da ja eigen. Da gibt es einige Kantone, die haben bis in die 20er-Jahre keine Autos reingelassen. Also das ist durchaus eine Strategie, wie man vorgehen kann und wo man als Gesetzgeber, als Stadtverantwortlicher auch über diese Technologie lernen kann.

Jetzt haben wir die 3. Frage noch nicht beantwortet, die war zu ...?

### **Nochmals fragestellende Person Nr. 1:**

ÜP

Darf ich noch kurz wegen der Homogenisierung nachfragen. Mir geht es grundsätzlich eben wirklich um das gemischte autonome und menschliche Fahren. Da sehe ich wirklich, wo das Problem ist als Extremfall, wenn es dann z. B. wer ausnutzt. Der sagt, ah super, 90 Prozent oder 80 Prozent autonome Fahrzeuge, 90 Prozent, die fahren gut, man sieht weniger Unfälle, das kann ich jetzt ausnutzen. Wenn eh alle anderen aufpassen und sozusagen korrekt fahren, dann kann ich selber über die Stränge schlagen, probiere mehr aus. Wie kann mit so was umgegangen werden? Weil dann ist plötzlich das Risiko wieder groß da ...

### **Mario Herger:**

ÜP

Opt

|

Wenn es 80 bis 90 Prozent sind, dann wird das manuelle Fahren verboten werden. Ja, das ist die Konsequenz. Das manuelle Fahren wird dann auf Test-Rennstrecken oder auf die Großglockner Hochalpenstraße am Wochenende verbannt. Das ist so, wie man Pferde heute auch nicht auf der Autobahn hat. Also irgendwann kommt dieser Tipping Point, der Wendepunkt, wo es dann verboten ist, und das passiert wahrscheinlich gebietsweise. Also das heißt immer, die Stadt macht den Anfang, Innenstadt und dann andere Stadtteile, bis es dann ins Umland kommt.

### **Günter Getzinger:**

Sind keine guten News für meinen Sohn.

### Marcel Baunach:

Kann ich da noch mal kurz zurückfragen, was Sie da im Kopf haben? Weil so eine strenge Trennungsstrategie funktioniert ja eigentlich nur für Verkehrswege, die tatsächlich vom Nahbereichsverkehr entkoppelt sind, also Autobahnen, gegebenenfalls Bundesstraßen. Sie müssen doch mit dem automatisierten Fahrzeug im Innerortsverkehr immer mit nicht automatisierten Objekten im Verkehr umgehen. Die Radfahrer werden wir nicht verbieten, Fußgänger werden wir nicht verbieten, oder wir machen extrem separate Infrastrukturen. Wie gesagt, mein Argument von vorhin, über deren politische Durchsetzbarkeit können wir dann lange diskutieren, ob das funktionieren wird. Das heißt, die Fahrzeuge, wenn sie alltags- bzw. stadtverkehrstauglich sein sollen, müssen in der einen oder anderen Form immer mit nicht automatisierten Akteuren umgehen lernen. Das ist die große Herausforderung, aber wenn sie das können, ist auch das *Opt-out* kein Problem.

ÜP

Opt

/

### Mario Herger:

Ja, noch einmal auch zu den Zahlen, die Sie gezeigt haben, von den Unfällen in Deutschland. Habe ich erwähnt, dass die ganzen Fahrten, die wir hier gesehen haben, keine Autobahnfahrten waren? Da waren eine oder zwei Autobahnfahrten, die haben wir gesehen, aber der Rest war Stadtverkehr. Das heißt, die 40.000 km, die heute Waymo-Fahrzeuge von dieser Google-Firma täglich im autonomen Modus fahren, sind fast ausschließlich im Stadtverkehr. Das heißt, die Entwicklung passiert im Stadtverkehr. Autobahnfahren ist vergleichsweise einfach, da fängt man einmal an, das ist ja einer der ersten Schritte, die man macht. Aber das heißt, da hat man heute ja bereits diese Radfahrer usw. dabei. Das heißt, die Technologie wird bereits damit entwickelt. Die bleiben natürlich immer manuell, wobei: Auch hier kann ich Ihnen sagen, dass Uber jetzt begonnen hat, das selbstfahrende Fahrrad und Elektrofahrrad und den selbstfahrenden Elektro-Scooter zu machen. Aus anderen Gründen, nicht um den

/

Verkehr sicherer zu machen, sondern um die Menschen von einem Stadtteil in den anderen „schieben“ zu können, wo halt grade der Bedarf ist.

Opt

Also bei dieser Frage nach dem *Opt-in* habe ich dich falsch verstanden. Das *Opt-in* bedeutet, dass du dann gar nicht mehr manuell fahren darfst. Das ist vorbei für dich und das wollen wir auch gar nicht. Die Frage, die sich für uns dann stellt, das eine, was wir angesprochen haben, das *Deskilling*. Ja, wer von uns hat denn noch Fähigkeiten, eine Kutsche zu lenken? Geht uns das wirklich ab? Ist uns eigentlich egal.

### Cornelia Lex:

ÜP

Ich denke, dass man da auch ganz stark den Zeithorizont unterscheiden muss. Also ich denke, dass es lange Mischverkehr geben wird, dass es diese Probleme geben wird, dass ich als Fahrerin eine Zeit lang keine Fahraufgabe habe, dass ich einfach nur daneben lese, vielleicht schlafe und dann plötzlich fängt das Auto an zu piepsen und ich muss in einer gewissen Zeit zurückkommen, die Verkehrssituation erfassen und dann das Richtige tun.

ÜP

A

Das wird sicher eine große Herausforderung sein und die wird uns eine Zeit lang beschäftigen. Aber irgendwann einmal wird das Thema wahrscheinlich gegessen sein. Und so wird es auch mit dem Mischverkehr sein, und so wird es wahrscheinlich auch mit dem menschlichen Fahren überhaupt sein. In 30 Jahren wird sich wahrscheinlich keiner mehr Gedanken darüber machen, ob das automatisierte Fahrzeug sicher genug ist, sondern man wird nur fragen, sind die menschlichen Fahrer eigentlich sicher genug? Also diese Spielerei wird sich umdrehen und man wird eigentlich sagen, menschliche Fahrer sind viel zu unsicher, wir lassen das automatisierte System fahren. Das ist aus heutiger Sicht gesellschaftlich sicher noch nicht ganz akzeptiert, aber das ist, finde ich, schon ein sehr realistisches Szenario, dass das so sein wird.

Menschliches Fahren wird sich wahrscheinlich auf abgeschlossene Gelände verlagern, so wie es jetzt eigentlich für viele Fahrfunktionen ist, die auf abgeschlossenen Testgeländen getestet werden. Da werden dann wie auf Rennstrecken weiterhin menschliche Fahrer fahren dürfen.

ÜP

A

Aber ich finde, das macht es vielleicht auch für uns Techniker schwierig, weil wir versuchen, momentan einerseits diesen kurzen, zeitlichen Horizont irgendwie abzudecken, um diese Probleme in den Griff zu kriegen, und umgekehrt aber auch schon einen Schritt weiterdenken müssen, schauen, was ist eigentlich dann, wenn die Fahrzeuge wirklich alleine unterwegs sind und wir nur mehr Insassen sind und gar keine Aufgaben mehr haben im Fahrzeug.

ÜP

### **Daniel Watzenig:**

Einen kleinen Zwischenschritt sehen wir ja aktuell, in Europa zumindest. Ich weiß nicht, ob du das in den USA auch so beobachtest? Wir sehen, dass jeder TIER<sup>4</sup>, egal, ob es der Bosch ist, der Conti, der ZF, jeder arbeitet an einem People Mover. People Mover sind ein Zwischenschritt, Level-4-Funktionalität, in strukturierten kontrollierten Umgebungen. Kontrolliert auch im Sinne der Geschwindigkeit, einfach mal so, um die Akzeptanz zu erhöhen.

ÜP

A

Also die sehen zwar alle sehr, sehr speziell aus, wie so größere Schuhschachteln, aber im Endeffekt ist es genau dieser Zwischenschritt, den man versucht in Europa zu gehen, um die, sagen wir es mal so, um die Breitenwirksamkeit zu erhöhen. Auch wenn diese Dinge vielleicht auch bleiben werden, weil sie Shuttle Services sind oder Freight Mover, die in

ÜP

A

---

<sup>4</sup> TIER 1 ist die Bezeichnung für die direkte Zulieferindustrie der Fahrzeughersteller und stammt von engl. *tier* für „Ebene“ oder „Rang“, siehe dazu z. B. <https://de.wikipedia.org/wiki/Zulieferpyramide>.

speziellen Umgebungen von A nach B, also „from hub to hub“ fahren. Ich war heuer Anfang des Jahres in Las Vegas auf der CES<sup>5</sup>. Bei jedem Stand, bei jedem TIER 1 mit europäischem Background steht entweder ein Navya-Bus, ein Easy-Mile-Bus, oder was auch immer.

ÜP

Das ist ein Zwischenschritt, den wir in Europa jetzt mal sehen und den hätte ich in den USA nicht gesehen, dass Shuttle Services automatisiert werden. Da geht man immer noch diesen Weg, dass jeder mal sein Level-3-Fahrzeug auf die Straße bringt.

V

### **Mario Herger:**

ÜP

Nein, wir reden hier von Level-4-Fahrzeugen, weil Level 3 wird übersprungen. Das Level 3, um das noch einmal zu sagen, bedeutet ja, dass der Fahrer oder der Passagier irgendwann übernehmen können muss, mit entsprechender Zeit. Es stellt sich heraus, dass man tatsächlich bis zu über 20 Sekunden braucht, bis man den Kontext des Verkehrsgeschehens wieder voll erfasst.

ÜP

Wenn ich 20 Sekunden Zeit habe, dann kann das Fahrzeug das selber „handeln“. Das heißt, das ist zu gefährlich, das heißt, da gehe ich gleich auf 4 und erwarte, dass nie wieder übernommen wird, selbst wenn das Fahrzeug in eine Situation kommt, wo es hängen bleibt. Das ist zum Beispiel etwas, was Kalifornien ja verlangt. Weil Waymo als erstes Unternehmen dort die Lizenz hat, auch keine Personen im Fahrzeug zu haben. Also auch keine Sicherheitsfahrer, die im öffentlichen Verkehr mitfahren dürfen. Das ist seit Sommer letzten Jahres der Fall. Die mussten aber sagen können, was das Fahrzeug macht, wenn es in eine Situation kommt,

V

---

<sup>5</sup> Consumer Electronic Show, siehe <https://www.ces.tech/Topics/Automotive/VehicleTechnology.aspx>.

die es nicht kennt. Und da gibt es momentan zwei Ansätze: Einer ist, dass man sich remote<sup>6</sup> einwählt und lenkt.

Da gibt es jetzt auch wieder Start-ups, die hochgekommen sind, wie Phantom Auto, die das machen. Und dann auf der anderen Seite hat man die, die sagen, es kommt ein Operator rein, aber der lenkt das Auto nicht, sondern gibt dem Auto ein paar Hinweise und das Fahrzeug versucht, sich selbst aus dieser Situation zu navigieren. Wie das genauer funktioniert, das wird noch Waymo-spezifisch.

ÜP

V

### Fragestellende Person Nr. 2:

Mich interessiert diese angesprochene Frage mit der Infrastruktur. Was passiert, wenn dort 80 km/h verordnet ist, und das weiß das Auto. Ich meine, diese Dinge kann man durchaus überarbeiten, auch in Österreich, wo wir sehr viele ländliche Straßen haben, die alle sehr uneinheitlich sind. Mal hat man welche mit Leitlinien, manchmal nicht. Deswegen ist es sehr gut und wir sehen es prinzipiell auch so, dass es nicht unbedingt das Ziel sein soll, dass die Infrastruktur jetzt den automatisierten Fahrzeugen irgendwelche Informationen liefern soll, sondern dass das durchaus durch die Sensoren von den automatisierten Fahrzeugen erkannt werden soll.

I

S

Problematisch sind trotzdem nur, und da sind jetzt auch einige Zahlen schon vorher in der Runde gezeigt worden, eben die ländlichen Straßen außerorts. Innerstädtisch hat man geringere Geschwindigkeiten. Ich weiß nicht, wie das jetzt in Amerika überall ist. Wahrscheinlich haben wir auch schon in Österreich unterschiedliche Probleme bei 30-km/h-Zonen oder bei Strecken, wo durchaus in der Stadt auch 50 oder 60 km/h fahrbar sind und es trotzdem Mischverkehr mit Fahrrädern

I

V

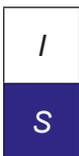
ÜP

---

<sup>6</sup> Engl. *entfernt*, beschreibt hier die Bedienung des Fahrzeugs aus der Ferne.

daneben gibt, mit Fußgängern daneben und vor allem auch mit Personen, die vom Vertrauensgrundsatz ausgeschlossen sind.

Auf der Autobahn sind wir uns auch alle klar, da haben wir es in Österreich, wo nur so zwei Prozent aller Strecken Autobahnen sind, relativ einfach, durch die Richtungstrennung etc. Das werden wir in den Griff bekommen. Außerorts mit den Sensoren haben wir eher Probleme, dass wir sagen können, können das alle Sensoren wirklich leisten, dass alles erkannt wird? Kann da wirklich jede einzelne Kreuzung, wo jede einzelne Kreuzung in Österreich anders aussieht, mit anderen Sichtweiten, überhaupt von den Sensoren erkannt werden? Ich erinnere mich da z. B. an das Projekt via-AUTONOM, wo das Virtual Vehicle auch dabei war. Da sind so Simulationen gemacht worden und dort ist schon geschaut worden, ob von der Infrastrukturseite zusätzliche Kameras etc. installiert werden müssen, damit eben ein Fahrzeug überhaupt bei einer T-Kreuzung im Außerortsbereich ausfahren kann.



Und das ist genau dieser Punkt gewesen. Sensorseitig nur von dem Fahrzeug aus hätte das Fahrzeug nie und nimmer von dieser real bestehenden Kreuzung abbiegen können und nicht einmal mit Infrastruktur oder Sensoren in der Infrastruktur war es gut möglich für dieses Fahrzeug, abzubiegen. Und da haben wir dann unsere Probleme. Wie können wir das umsetzen? Wie geht man mit diesem vielseitigen Problem um, dass eben jede Kreuzung anders ist? Sichtweiten sind nicht da, wie geht man damit dort um, ohne gewisse Informationen von der Infrastruktur zu bekommen?

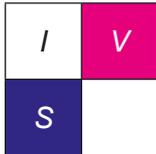
### **Günter Getzinger:**

Danke, wer möchte sich darauf beziehen? Das Problem der Vielfalt im Straßenraum, wenn ich das richtig verstanden habe.

## Daniel Watzenig:

Ich glaube, da ist auch wieder, wenn wir schon dabeibleiben, der Atlantik trennend. In Europa ist der Weg tatsächlich der, dass wir in mehreren Testfeldern, Testregionen aktuell untersuchen, welchen Mehrwert Infrastruktur-Sensorik bringen kann.

Gestartet haben die Kollegen rund um Braunschweig, durch Volkswagen finanziert, und Frank Köster vom DLR<sup>7</sup>. Da gibt es das AIM<sup>8</sup>, das heißt das Testfeld mit einer Forschungskreuzung, wo einfach eine vierarmige Kreuzung auch mit Sensoren ausgestattet worden ist, damals eben nur mit Kameras.



Seit zwei Jahren gibt es rund um Graz auch die ALP.Lab-Testregion<sup>9</sup>. Die Asfinag hat da jetzt einmal drei Radarsensoren installiert und zusätzlich eine Reihe von Kameras, also HD-Kameras mit 3,3 Megapixel. Einfach, um zu eruieren: Gibt es einen Mehrwert durch die Infrastruktur? Weil es auch ganz klar ist, mit dem Wert, mit der derzeitigen Ego-Sensorik sehe ich 250 Meter weit, bei gewissen Wetterbedingungen deutlich weniger, immer abhängig davon, wie gut die Sensoren sind. Aber die 250 Meter sind die Grenze. Die Asfinag z. B. ist überzeugt davon – sie beteiligt sich auch im Testfeld A9, in der Nähe von München –, dass zusätzliche Sensorik und Bereitstellung von Daten von stationärer Sensorik auch einen Mehrwert bringen. Dass man eben durch das nächste Fahrzeug statt 250 Meter bis zu 700 Meter durschauen kann. Also das ist so die Abschätzung, die getätigt worden ist.



---

<sup>7</sup> DLR – Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, Institut für Verkehrssystemtechnik.

<sup>8</sup> AIM – Großforschungsplattform Anwendungsplattform Intelligente Mobilität, siehe <https://www.dlr.de/content/de/grossforschungsanlagen/aim-referenzstrecke.html>.

<sup>9</sup> Testregion in Österreich für automatisiertes Fahren, siehe <https://www.alp-lab.at/>.

Andere Anbieter wie die Siemens, sowohl in Deutschland als auch in Österreich, arbeiten an oder fokussieren auf kooperative ITS<sup>10</sup>, Intelligent Transport Services, Roadside Unit<sup>11</sup> und On-Board Unit<sup>12</sup>, das sind alles Themen, die gerade in der Analysephase sind.

Überraschend war für mich auch Folgendes: Ich habe vorhin schon erzählt, dass ich einen sehr guten Draht zu BMW USA habe, die nicht so gut ausgestattet sind in den USA, wie es Waymo oder GM sind. Die haben sechs Fahrzeuge, die auch ständig zwischen San José und San Francisco unterwegs sind. Die haben bemerkt, wenn es so gewisse wetterbedingte Situationen da in San Francisco, in der Bay gibt mit sehr viel Nebel, dann funktionieren diese Sensoren nicht so gut.

v2x

/

Auch da gibt es jetzt den Ansatz, aber natürlich ist BMW eine deutsche Firma und ist daher vielleicht auch ein bisschen europäischer in der Einstellung, zu überlegen, wo der Mehrwert von C-ITS, das ist der WLAN-p-Standard, 5,9 GHz, ist, bzw. in weiterer Folge dann irgendwann mal auch zu analysieren, wenn 5 GHz kommt, ob es einen Mehrwert bringt, weniger im Sinne der Komplementarität, sondern im Sinne der Redundanz.

---

<sup>10</sup> Engl. *Cooperative Intelligent Transport Systems (C-ITS)* beschreibt intelligente Verkehrssysteme, bei denen mindestens zwei Teilnehmer\*innen für die Fahrt relevante Informationen austauschen (z. B. Fahrzeuge, Infrastruktur etc.), siehe z. B. <https://www.car-2-car.org/about-c-its/>.

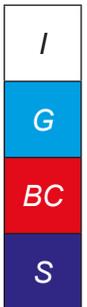
<sup>11</sup> Engl. *Roadside Unit (RSU)* ist eine an den Verkehrswegen angebrachte Kommunikationsinfrastruktur für Intelligente Transportsysteme, siehe z. B. <https://www.itwissen.info/rsu-roadside-unit.html>.

<sup>12</sup> Engl. *On-Board Units (OBU)* sind Kommunikationseinheiten in den Fahrzeugen für Intelligente Transportsysteme, siehe z. B. <https://www.itwissen.info/On-Board-Unit-on-board-unit-OBU.html>.

### Marcel Braunach:

Kann ich da was zurückfragen? Weil es sozusagen die Unterstützung durch infrastrukturegebundene Techniken betrifft. Das schauen wir uns in der Straßenverkehrstechnik ja schon viele Jahrzehnte an. Die Prometheus<sup>13</sup>-Projekte, Drive Intelligent Vehicle High Systems, so wie das alles hieß, haben das ja alles auch schon mal angeschaut. Da gab es neben operationalen Grenzen auch noch zwei Argumente, bei denen ich das Gefühl habe, dass sie zumindest in Deutschland immer noch gelten. Ich bin nicht ganz sicher, ob das in Österreich auch der Fall ist. Das eine ist, die Straßenbetreiber werden bei automatisierten Fahrzeugen, wenn sie Infrastruktur bereitstellen, Teil der Haftungskette. Weil immer auch zu klären ist, ob die Leistungsfähigkeit der Straßenverkehrsinfrastruktur bzw. die fehlende Leistungsfähigkeit mit ursächlich für ein Unfallgeschehen ist. Davor hatten sie Sorge.

Das zweite war ein Finanzierungsproblem. Weil auch Straßenbaumittel grundsätzlich kontrovers diskutiert werden in den meisten Ländern, in Deutschland natürlich auch. Die Frage ist: Investiere ich in die Infrastruktur, in die IT-Ausstattung oder die Sensorik-Ausstattung der Straße, was verglichen mit Straßenbau auch eine andere Gewichtung hat? Ist das in Österreich anders, als es im deutschen Diskurs der Fall ist?



### Cornelia Lex:

Ich möchte vielleicht noch einen Aspekt dazu bringen, weil Sie die Haftungsfrage erwähnt haben. In Österreich ist das



---

<sup>13</sup> PROMETHEUS war eines der größten europäischen Forschungsprojekte zur Erhöhung von Effizienz und Sicherheit im Straßenverkehr und wurde zwischen 1986 und 1994 durchgeführt, siehe z. B. [https://de.wikipedia.org/wiki/Prometheus\\_%28Forschungsprogramm%29](https://de.wikipedia.org/wiki/Prometheus_%28Forschungsprogramm%29). Es gilt als Vorreiter für Entwicklungen etwa im Bereich der Umgebungssensorik und für den Abstandsregeltempomaten.

Autobahnnetz am hochrangigsten. Beim Autobahnnetz ist es so, dass die Firma Asfinag einen Vertrag mit dem österreichischen Staat hat und auch gewährleisten muss, für die Kunden, die eine Vignette zahlen und unterwegs sind, dass die Fahrbahn gewisse Auflagen erfüllt. Mir ist zwar kein Fall bekannt, aber theoretisch könnte man der Asfinag nachweisen, dass ein Unfall passiert ist, weil der Straßenzustand nicht gut genug war. Dann wäre sie für diesen Fall haftbar. Das heißt, diesen Fall gibt es auch jetzt schon, ohne das autonome Fahren.

### Daniel Watzenig:

Die Kosten, die haben sich sicher geändert in den letzten 15 Jahren.

I	Kameras und Radars sind auf jeden Fall machbar für die Asfinag, um das Autobahnnetz in Österreich auszustatten. Aktuell sind so um die 7.000 Kameras verbaut. Jeder Tunnel in Österreich ist zu 100 Prozent abgedeckt und man kann ihn von der Asfinag aus jederzeit einsehen. Also zwei Drittel sind in Tunnel verbaut, ein Drittel in kritischen Szenarien, speziell in Wien und in Graz.
S	

### Fragestellende Person Nr. 3:

I	Ja, da möchte ich einwerfen, dass der Nutzen von den Straßenbetreibern auch ein anderer ist. Bei der Asfinag ist es so, deswegen machen sie auch beim automatisierten Fahren mit und investieren, damit gewisse Informationen vielleicht von der Infrastruktur zu den Fahrzeugen kommen.
v2x	

I	Damit können sie natürlich dann, was vorher auch schon mal gefallen ist, durchaus ihre Verkehrsströme besser leiten, ihr Netz besser auslasten, ihre Spitzen und ihre <i>Bottlenecks</i> ganz einfach auflösen. Da gibt es natürlich Interesse, dass sie dort auch was investieren. In der Stadt ist das Interesse wahrscheinlich auch da. Neben der Verkehrssicherheit möchte
v2x	
BC	

man durchaus auch schauen, dass es flüssiger läuft. Es soll nicht zu viele Zwischenzeiten bei den Lichtsignalanlagen geben, damit die Leute nicht zu viel herumstehen, sondern sie sollen wirklich fahren.

Aber genau dort ist bis jetzt auch wieder diese Blackbox, der Punkt des Außerorts-Fahrens. Dort gibt es einfach kein Interesse, die Haftung zu übernehmen. Da gibt es Auflagen vom Land oder den Gemeinden natürlich, dass sie ihren Winterdienst, ihre Straßen streuen müssen und auch Haftung übernehmen müssen. Aber die haben natürlich kein Interesse, jetzt irgendwas zu investieren, damit es jetzt infrastrukturseitig einen Mehrwert in Richtung automatisierten Fahrens gibt.



Da müssen wir diese für mich drei Straßenkategorien klar auseinanderhalten. Genau diese Außerorts-Straßen, wo wir einfach am meisten Straßenkilometer in Österreich haben und wo auch die meisten Unfälle, wie wir gesehen haben, passiert sind. Das ist genau dieser Punkt, wo diese Schwierigkeit ist.



### **Daniel Watzenig:**

Richtig, die Asfinag sieht einen Business Case dahinter. Da wird nichts gratis sein in der Zukunft, eventuell kostet die Vignette dann doppelt so viel oder es gibt sie serviceorientiert.

Zur Stadt, vielleicht auch ohne Namen zu nennen, die Stadt Graz selbst ist ja jetzt nicht wirklich interessiert daran, die grüne Welle zu forcieren bzw. energieoptimales Routing zu machen. Ganz einfach mit der Begründung, dann bekommt man noch mehr Fahrzeuge in die Stadt hinein, das will man ja nicht, das wäre ja kontraproduktiv. Also auch diese Sicht muss man verstehen.



Die Technikersicht wäre, ich krieg die Signale von der Siemens bereitgestellt von jeder Ampel, kann das mit meinem Energiemanagement in Verbindung bringen und fahr dann



wirklich energieoptimal elektrisch mit jedem Fahrzeug durch die Stadt. Aber andersrum will man natürlich vermeiden, dass zu viele Fahrzeuge in die Stadt kommen. Ist eine andere Sicht.

### Mario Herger:



Ich möchte ein bisschen die Richtung drehen. Ich glaub, es herrscht hier sehr stark die Meinung vor, man braucht „Connectivity“ oder Straßenverkehrsinfrastruktur, die mit den automatisierten, autonomen Fahrzeugen kommuniziert. Das ist, glaub ich, ein sehr europäischer Ansatz, der nicht ganz korrekt ist. Die Fahrzeuge werden heute ohne diese Technologie entwickelt. Wenn ich jetzt wieder vom Silicon Valley rede, die haben diese Infrastruktur nicht und die anderen Objekte haben diese Infrastruktur auch nicht. Die Hunde haben das nicht, die Menschen haben das nicht, das heißt, die Fahrzeuge werden ohne das entwickelt. Gleichzeitig, wenn ich mir die Stadt Graz anschau, die hat die Möglichkeiten, an anderer Stelle von automatisierten autonomen Fahrzeugen hoch zu profitieren. Man hat das eben nur noch nicht erzählt. Nämlich die Ampelanlagen, die man heute hat, und Straßenverkehrsschilder. Jedes Straßenverkehrsschild kostet zwischen 80 und 200 Euro, ohne Installation. Jede Ampel kostet zwischen 25.000 und 250.000 Euro. Das ist eine mörderische Investition, die man da machen muss. Wir brauchen vermutlich in vielen Bereichen keines dieser Verkehrsschilder, wir brauchen keine Ampelanlagen mehr. Was sich die Stadt damit erspart! Die sollte eigentlich massiv daran interessiert sein, das zu haben, und damit gleichzeitig auch verbieten, dass manuelles Fahren passiert.



Wie schaut das jetzt bei Überlandstraßen aus, wo irgendwie keiner Interesse hat? Auch hier müssen wir, glaube ich, anders denken. Wir denken immer an Infrastruktur, die wir in die Straße einbauen, um Geschwindigkeitsbegrenzungen anzuzeigen. Das brauch ich doch nicht, ich habe doch bitte meine digitale Landkarte, die hat das Fahrzeug im System

drinnen, und damit kann ich für jede Überlandstraße abschnittsweise die Geschwindigkeit vorgeben, die dort herrscht, sodass das Fahrzeug diese Geschwindigkeit oder diese Straße beherrscht. Und sich entsprechend dynamisch anpasst, beispielsweise bei Schneelage oder bei Regen oder anderen Sachen. Oder eben, wenn nicht geräumt wird, entsprechend vorsichtig fährt oder entsprechend gar nicht hereinfährt.

### **Torsten Fleischer:**

Ja, tatsächlich kann man das sogar differenzierter machen, weil im Moment gilt sowieso eine Richtgeschwindigkeit, und dann steht darunter 80 km/h bei Regen. Dann kann ich sagen, so und jetzt regnet es so und so viel, jetzt ist tatsächlich 80 km/h oder sogar noch weniger. Oder ich messe, ich beobachte die Fahrzeuge, die dort eben jetzt in den letzten Minuten vorbeigekommen sind – wie haben die sich verhalten, wie sind die mit der Situation zurechtgekommen? –, und passt das adaptiv an. Das heißt, die Interaktion zwischen den Fahrzeugen ist möglicherweise nicht besonders intensiv, aber dass sie in Zukunft Daten austauschen, ganz grundsätzlich, das glaube ich schon.



### **Mario Herger:**

Das können wir diskutieren. Wenn ich das als Beispiel hernehme, bei einer Kreuzung, wenn mehrere Autos durcheinanderfahren, müssen die miteinander kommunizieren oder wie kommunizieren sie miteinander? Ich meine, überlegen wir uns mal den Fall, wir gehen durch die Herrengasse und Leute gehen kreuz und quer, ich passe halt auch dynamisch meine Geschwindigkeit an, ohne mit den Menschen eigentlich zu kommunizieren. So einfach nur auf Sicht.

Da ist nicht einer, der jetzt sagt, „Oh gehen Sie jetzt!“ Das passiert hin und wieder. Aber das heißt, hier ist eigentlich keine Kommunikation in dem Sinne notwendig, dass hier auch



eine „vehicle-to-vehicle“ oder „vehicle-to-object communication“ passiert.

### **Torsten Fleischer:**

v2x

Also ich glaube, im akuten Fall, wenn es darum geht, innerhalb kürzester Zeit zu entscheiden, wie man sich synchronisiert – wer darf jetzt fahren und wer muss bremsen und wie stark? –, kann es schon sein, dass die Kommunikation vielleicht sogar eher hinderlich ist, weil sie natürlich auch gewissen Problemen unterworfen ist. Ja, sie kann unterbrochen werden, man kann von außen aktiv Einfluss nehmen, im Guten und im Schlechten, wie auch immer.

v2x

/

Also das habe ich aber nicht gemeint, sondern es ist möglicherweise sinnvoll, dass Fahrzeuge z. B. den Straßenzustand rückmelden. Nicht an andere Fahrzeuge, sondern eher an so eine Zentrale, Autorität würde ich schon fast sagen, die das dann verwaltet. Die dann erstens sieht, okay, hier haben jetzt so viele Fahrzeuge einen schlechten Straßenzustand gemeldet. Wir müssen da mal hinfahren und schauen, was los ist, gegebenenfalls reparieren. Aber insbesondere, um Fahrzeugen, die dann später an diese Stelle kommen, zu sagen: Da ist etwas, da stimmt etwas nicht.

### **Mario Herger:**

/

v2x

Das macht eine andere Büchse der Pandora auf, weil jedes dieser Fahrzeuge heute ja auch mehr oder weniger Datenerfassungsmaschine ist, die Terabyte an Daten erfasst und überall Kameras hat. Die werden heute auch verwendet, beispielsweise von den Herstellern, dass sie die Straßen „mappen“. Das heißt, ein Waymo-Fahrzeug, wenn man mit Sicherheitsfahrern spricht, das hat zwei Arten von Fahrten. Das eine ist, sie fahren herum, um das Auto einfach fahren zu lassen, damit es lernt. Und dann haben sie Mapping-Fahrten. Das passiert alle paar Tage, dass sie einmal zum reinen „Mappen“ herumfahren. Ja, und da übernehmen sie

kontrolliert das Steuer, eben um wirklich die Straßen einzeln abzufahren.

#### **Fragestellende Person Nr. 4:**

Recht herzlichen Dank. Ich würde gerne eine weitere Büchse der Pandora aufmachen. Sie reden von etwa 1.000 Fahrzeugen, die autonom im Silicon Valley umherfahren. Das sind doch alles Top-Fahrzeuge, teuerste Sensorik, nagelneu. Keines von diesen Fahrzeugen würde jemals auf die Straße geschickt werden, wenn einer von den Sensoren nicht optimal funktioniert. Ich komme aus dem Bereich Radartechnik, und wenn Sie sich z. B. einmal mit einem Hersteller unterhalten, dann sagt er, es reicht nur das Salz einer salznassen Straße, dass sie 2–3 Grad Abweichung im Radarstrahl bekommen.

Das heißt aber, dass in 70 m Abstand die Autos schon neben der Fahrbahn fahren. Die Radarhersteller kämpfen mit dem technischen Problem, zu schätzen, wie groß die Abweichung ist zwischen den Fahrbahnen bzw. den Fahrzeugen, die man vor sich wähnt, und denen, die auf der gegenüberliegenden Fahrbahn sind.

Dasselbe Problem haben Sie auch mit optischen Sensoren. Wenn Sie sich jetzt noch vorstellen: Die Fahrzeuge, von denen wir reden, sind nagelneu. Nach fünf Jahren haben sie Alterungseffekte, sie haben z. B. nachlackierte Bauelemente, sie haben ersetzte Windschutzscheiben, die Sensoren sehen falsch. Dann ist man mit einem Fahrzeug, das rein auf sich gekapselt Sensorik hat und die Umgebung nur so wahrnimmt, ganz schön in der Bredouille.

S

#### **Mario Herger:**

Ich bin jetzt nicht der Sensor-Spezialist, ja, da haben wir andere, aber deshalb hat man ja mehrere Arten von Sensoren drauf. Das heißt, ich habe Radar, Ultraschall, Kameras, zwischenzeitlich auch Thermal-Kameras, Lidar-Systeme, und

S

BC

die können natürlich teilweise fehlende Information durch fehlerhafte andere Sensoren ersetzen. Tatsächlich gibt es da Forschungsprojekte. Ich habe Ergebnisse von der Oxford University gesehen, die mit Toyota durchgeführt wurden: Was ist, wenn das Lidar-System ausfällt? Können die Kameras diese Information liefern? Und da kamen gewisse Ergebnisse raus, die vielversprechend waren. Wir dürfen jetzt aber nicht mehr davon ausgehen, dass jetzt einer, der ein autonomes Auto besitzt, 15 Jahre damit herumfährt. Sondern wir reden davon, dass wir hier Technologien und Geschäftsmodelle konvergieren.

**S**  
**BC** Wir haben autonome elektrische *Shared*-Fahrzeuge, vielleicht *Connected*-Fahrzeuge, die zusammenkommen. Das heißt, diese Fahrzeuge heute sind toptimierte Systeme, superteuer. Jedes Fahrzeug kostet heute locker 200.000 bis 300.000 US-Dollar, nicht wegen der Autos, sondern wegen der Sensoren, die da drauf sind. Aber das ist nicht das Modell, das in den nächsten fünf bis zehn Jahren in private Hände kommt. Sondern diese Fahrzeuge werden zuerst in Flotten betrieben werden bzw. sie werden bereits in Flotten betrieben, für Passagiere im kommerziellen Dienst.

**S**  
**BC** Waymo hat schon die erste kommerzielle Roboter-Taxi-Flotte im Einsatz und diese Fahrzeuge haben eine viel höhere Fahrleistung als heutige Autos. Heute steht ein privat besessenes Auto über 23 Stunden herum und ist 12 bis 15 Jahre im Einsatz. Aber diese Fahrzeuge fahren jetzt dann 10, 12, 15 Stunden am Tag herum. Das heißt, die sind eigentlich nach zwei Jahren so weit, dass man sie nicht mehr einsetzen sollte, weil sie dann diese Kilometerleistung haben, wie ein Taxi halt. Das tauschst du ja auch aus, nach ein paar Jahren wird das ersetzt, weil es einfach unwirtschaftlich wird.

**BC** **S** Das heißt, in der Zwischenzeit geht es um das Weiterentwickeln, das kann auch raschere Zyklen machen, was neue

Fahrzeugtechnologien, neue Sensortechnologien betrifft, dass ich die einbaue, um damit zu rascheren Zyklen bei Fahrzeugen zu kommen. Das heißt, das müssen wir berücksichtigen, wenn wir über so einen Fall reden. Da könnte sein, dass das kein Problem wird, wenn ich diese Konvergenz der Entwicklungen von verschiedenen Technologien und Geschäftsmodellen hinzurechne. So wie es aussieht, werden autonome Fahrzeuge heute in dieser Weise in den nächsten Jahren eingesetzt werden, nämlich *shared* als elektrische Roboter-Taxi.

### **Fragestellende Person Nr. 5:**

Was mich interessieren würde, ist, wo sehen Sie den Zweck vom autonomen Fahren? Weil wenn ich sage, ich kapsle das Fahrzeug von der Außenwelt ab und die Entscheidung, was das Fahrzeug macht, bleibt im Fahrzeug, dann brauche ich keine Kommunikation nach außen hin. Was ist dann die Motivation für das Fahren? Ist es allein der Komfort, den der Fahrer hat, oder kann ich dann noch von Effizienz sprechen? Denn ich glaube, wenn ich sage, wir führen autonomes Fahren ein, um Sicherheit, Effizienz usw. zu erhöhen, dann wird Kommunikation immer ein Bestandteil davon sein. Denn durch mehr Information, die ich erhalte, kann ich letztendlich auch eine bessere, effizientere Entscheidung treffen. Was ist jetzt die Motivation hinter dem automatisierten Fahren für Sie?

v2x

### **Mario Herger:**

Nein, die Motivation ist eine größere. Um hoffentlich Unfälle zu vermeiden und diese ganzen Aspekte, die wir auch schon gehört haben, zu treffen. Ich weiß nicht genau, was jetzt hier mit Kommunikation genau gemeint ist?

Ich habe erzählt, dass die Fahrzeuge, die wir heute im Silicon Valley sehen, offline fahren. Das heißt Folgendes: Das autonome Betriebssystem, das das Fahrzeug steuert und versucht, Sinn zu machen aus der Umgebung, ist offline, aus unterschiedlichen Gründen. Weil diese Datenmengen nicht

v2x

BC

übertragen werden können, heute mit den bestehenden Systemen, weil eben damit auch kein Einfallstor für Cyber-Attacken da ist. Die haben aber meistens ein zweites Modem drinnen, nämlich damit sie bestellt werden können, wenn sie als Taxi unterwegs sind. Das machen mehrere. Voyage, Waymo, GM-Cruise, Zoox – die fahren alle mit Passagieren herum. Da ist ein zweites Modem da.

v2x

BC

Es gibt Fahrzeuge, die kommunizieren sehr wohl mit der Außenwelt, aber in einer anderen Form, als wir das vielleicht denken. Die haben LED-Screens auf der Seite. Drive.ai, also dieses orange Fahrzeug, das wir gesehen haben, hat beispielsweise solche Screens auf den Seiten, um eben den anderen Teilnehmern zu sagen, was es grade macht. Ich warte für dich, ich sehe dich, ich fahr jetzt los. Oder hinten stand auf diesem Fahrzeug drauf „manuell“, d. h. der Fahrer, der menschliche Fahrer, fährt jetzt im „Manual driven car“-Modus.

Das ist Kommunikation. Ich weiß nicht genau, welche anderen Formen von Kommunikation gemeint sein könnten. Ja, mit anderen Fahrzeugen zu reden, das geht mit der heutigen Technologie, die wir haben. Wie die Kommunikation passiert, ist eine andere Sache. Aber mit den heutigen Möglichkeiten, wenn das über Netzwerk oder Internet funktioniert, sehr On-off-Communication, dann kann das zu langsam sein oder unterbrechen.

v2x

Das Silicon Valley ist da nicht super, die sind ganz schlecht, da habt ihr hier ein besseres Netzwerk als da drüben. Das heißt, auf das kann man sich nicht verlassen.

### **Nochmals fragestellende Person Nr. 5:**

v2x

Was Sie gesagt haben über Technologien, die existieren und zum Teil nicht so große Datenmengen übertragen können, ja, also, da gebe ich Ihnen vollkommen recht. Nur finde ich, muss man hier auch differenzieren. Was muss ich denn

übertragen? Wenn ich den Fall habe, ich fordere nur ein Fahrzeug als Taxi an, ist das jetzt auch nicht sicherheitskritisch. Aber ich kann ja in einem Fall die Sicherheit erhöhen, wenn ich nur eine kleine Information im Endeffekt an das andere Fahrzeug schicke. Da muss ich ja nicht Terabyte an Daten schicken, sondern da reichen ja vielleicht ein paar einzelne Byte aus. Ich glaube, das ist mit den heutigen Technologien bereits durchaus möglich, und ich kann ja auch sagen, wenn diese Information ankommt, dann gut, dann habe ich einen Mehrgewinn. Wenn sie nicht ankommt, dann habe ich zumindest nichts verloren.

**Mario Herger:**

Das ist richtig. Also ich will nicht ausschließen, dass das nicht passieren wird. Aber es wird heute nicht der Fokus daraufgesetzt, weil dann doch nicht so viele Fahrzeuge unterwegs sind, dass Sie viele andere haben, mit denen Sie kommunizieren können. Sondern die überwiegende Mehrheit der Fahrzeuge, mit denen Sie zu tun haben, kommuniziert überhaupt nicht mit Ihnen, weil sie von Menschen gesteuert wird. Das heißt, der Fokus ist heute nicht dort, das ist ein Nebenproblem, das man hat, das man später anpacken wird und vielleicht dann gar nicht anpacken muss, weil die eigenen Algorithmen des autonomen Fahrzeugs bereits ohne das auskommen können.

v2x

Verhaltensweisen können auch durch die Bewegung des Objektes angezeigt werden. An der Universität Berkeley hat eine Forscherin dort in Simulationen gezeigt, wie an einer Kreuzung – in den USA gibt es diese „four-way stops“, wo jede Seite ein Stoppschild hat – das autonome Fahrzeug den anderen den Vortritt lässt. Dabei hat sich jetzt gezeigt, dass das Auto sich beigebracht hat, einen Meter zurückzusetzen, um sozusagen zu zeigen, ihr dürft fahren, ich lass euch den Vortritt. Da könnte man sich überlegen, ob es nicht eher vielleicht etwas ist, was man macht.

v2x

### Marcel Baunach:

I Also ich versteh ja Ihre Faszination für den kalifornischen Fall, aber versuchen wir das doch noch mal zu projizieren auf die Rolle, die das Auto im Mobilitätsalltag in Mitteleuropa heute spielt. Die meisten von uns wohnen gar nicht in Städten, viele wohnen in Kleinstädten oder gar im ländlichen Raum. Auch für die brauchen wir eine Mobilitätslösung, auch weiterhin, schon gar, wenn man mit der starken Ambition unterwegs ist, manuelles Fahren verbieten zu wollen. Brauche ich auch für die eine Mobilitätsalternative? Da habe ich die Antworten noch nicht so richtig parat.

S Die zweite Frage, die sich damit verbindet, die Nachfrage nach Mobilitätslösungen, ist in Situationen besonders groß, wo ich nicht in der Stadt bei strahlendem Sonnenschein und 23 Grad unterwegs bin. Sondern ich möchte auch mal bei Schnee und –5 Grad über eine steirische Landstraße fahren können. Und auch da sind die Herausforderungen noch nicht gelöst, weil die Sensoren dann natürlich plötzlich auch keinen Spaß mehr haben mit der Umgebung. Dafür brauchen wir aber auch alltagstaugliche Lösungen, bevor wir anfangen, was zu verbieten.

BC Da sind wir, glaube ich, noch ganz, ganz weit weg davon, auch wenn ich es genauso faszinierend finde wie Sie, wie die Waymos durch das Valley fahren oder von mir aus auch die Ubers durch Arizona. Wir haben die da auch gesehen. Aber das sind sehr spezielle verkehrliche Umgebungen, in denen die unterwegs sind, sowohl klimatisch als auch von der Verkehrslösung her, die sie anstreben. Das ist doch nur ein extrem kleiner Ausschnitt aus dem, was unseren Mobilitätsalltag ausmacht.

### Mario Herger:

I BC Lassen Sie mich vielleicht einmal anders rangehen. Ja, es ist richtig, tatsächlich leben heute in Deutschland 76 Prozent

aller Menschen im urbanen Bereich, ja doch, tatsächlich, diese Zahlen kann man sich anschauen. Österreich hat weniger, tatsächlich, ja. Das heißt, tatsächlich ist es für Leute auch am Land eine massive Chance, Anteil an individueller Mobilität zu haben, zu einem viel geringeren Preis. Heute hat man halt am Land ja kaum die Möglichkeit, wirklich ohne ein eigenes Auto zu besitzen, wohin zu kommen.

Öffentliche Verkehrsmittel gibt es fast nicht, die Frau Müller, die in den Nachbarort muss, um in den Supermarkt zu gehen, weil es im eigenen Ort keinen Supermarkt mehr gibt, hat, wenn sie Glück hat, alle drei Stunden einen Bus. Ich habe das in Niederösterreich einmal diskutiert, mit denen, die haben gesagt, da gibt es teilweise einmal am Tag einen Bus, der fährt. Und da muss sie noch zwei Kilometer vielleicht von der Station zum eigenen Haus gehen, mit den Einkäufen, die sie hat.



Wenn wir beispielsweise rechnen, dass heute der Taxifahrer eines Taxis 50 Prozent der Kosten darstellt, kann ein autonomes Auto energiesparender fahren, weil es eben nicht mehr so stark bremsen muss oder mehr rollt oder smoother fährt, das vielleicht elektrisch ist und weniger Energie braucht. Dann rechnen wir damit, dass 80 bis 90 Prozent der Kosten verschwinden, wir also geringere Kosten pro Meile sehen. Plötzlich wird ein autonomes Fahrzeug eine interessante Lösung auch für den ländlichen Raum. Wir sehen natürlich die Entwicklung heute im urbanen Raum, weil das dort die ersten Fahrzeuge sind.



Zu den Sensoren, ja klar, ich höre immer wieder das Argument, die fahren ja in Kalifornien, in Arizona, da ist immer schön. Na, ganz oft ist es da schön, ja. Wir haben gerade jetzt die Regenzeit. Gott sei Dank regnet es, denn wir haben auch schon Dürre gehabt. Aber ich habe jetzt mehrere Aufnahmen gemacht, wie diese Fahrzeuge im autonomen Modus



im Regen in Kalifornien, also im Silicon Valley, fahren. Das heißt, das ist eine Herausforderung, Amerikaner sagen, es ist kein Problem, sondern eine Herausforderung, es ist eine Challenge, die man lösen kann, und sie arbeiten daran.

S

I

Waymo hat beispielsweise die Zulassung, dass sie ohne Fahrer im Auto im leichten Regen in Kalifornien fahren dürfen in diesem Gebiet, das fast 1.300 km<sup>2</sup> groß ist. Das heißt, daran wird gearbeitet, auch an Schnee wird gearbeitet. Das ist richtig, das ist noch nicht so weit. Nur, sich deshalb jetzt zurückzulehnen und zu sagen, das wird ja nie funktionieren, weil das funktioniert heute noch nicht ... Bei uns reden wir hier ja von Extremfällen. Wir reden hier von Schnee, das ist eine Situation, so viel Tage im Jahr schneit es in den meisten Gebieten nicht. Vor ein paar Tagen bin ich im Zug gekommen, da hat es geschneit, da oben, wie ich da durchgekommen bin, von Stuttgart runter, hier nicht.

I

V

Da war vorhin jemand, der diese T-Kreuzung hatte. Das ist ein Sonderfall in dem Sinne, dass es eine superschlechte Einsicht gibt. Die meisten Kreuzungen sind besser einsehbar. Wir können natürlich nicht alles hundertfach testen. Da war das Argument, wie ist es in Indien, wie ist es in Ägypten? Ich kann so was natürlich immer mit solchen Argumenten töten. Wir müssen halt einmal irgendwo anfangen und dann nehmen wir die Technologie und bringen sie her. Wir haben ja andere Straßen, die Straßen sind hier tatsächlich besser. Wir haben aber vielleicht Kopfsteinpflaster, das ist anders. Das würde ich aber nicht als Grund sehen, dass man davon abgeht. Die Frage für uns ist hier eine andere. Die deutsche Automobilindustrie, das sind die Champions, das ist die Premier League, in der wir spielen, bislang. Wir haben das Auto erfunden, Porsche und Piëch sind Österreicher. Und jetzt finden wir alles Gründe, dass das zu schwer ist. Wir spielen in der Regionalliga mit. Damit spielen wir wirklich in der Regionalliga mittlerweile, nicht mit der Champions League, genau

mit Argumenten wie diesen sehe ich, dass wir diesen Vorsprung verlieren. Wir haben in Deutschland ein einziges Start-up, das autonome Autos entwickelt. In Kalifornien haben wir über 50. Das zeigt mir so ein bisschen, dass wir ein *Mind-set*-Problem haben.

**Marcel Baunach:**

Entschuldigung, das ist Polemik und kein Argument mehr. Die Frage ist ja am Ende, wie sieht das vermarktbar Produkt aus, das ich auf die Welt loslassen kann und mit dem ich auch substantielle Returns hinbekomme als Automobilhersteller.

BC

Und dabei muss das sozusagen mindestens ein *Minimum Viable Product*<sup>14</sup> sein, das ich dann auch in den Mobilitätsalltag der Kundinnen und Kunden integrieren kann. Da fehlt uns einfach noch ein ganzes Stück an Entwicklungsarbeit und das sozusagen jetzt einfach als Verhinderungsstrategie diskreditieren zu wollen, obwohl es eigentlich nur eine Frage ist – wie kommen wir dahin? –, ist vielleicht doch ein bisschen zu einfach. Wie kommen wir denn dahin?

BC

**Torsten Fleischer:**

Ja, vielleicht auch noch einen Satz dazu. Ich glaube, es muss schrittweise gehen. Machen wir halt erst einmal die Städte und vielleicht auch nur bei Schönwetter. Aber letzten Endes – genau, was Sie sagen: Wenn ich halt im Dezember morgens auf die Arbeit muss, kann ich auch nicht bei meinem Arbeitgeber anrufen und sagen: „Es tut mir schrecklich leid, aber heute hat es geschneit und mein Auto verweigert seinen Dienst.“

/

BC

---

<sup>14</sup> Produkt in einem Entwicklungsstand, das Minimalanforderungen an Funktion erfüllt und dadurch relevantes Marktfeedback ermöglicht, siehe z. B. [https://de.wikipedia.org/wiki/Minimum\\_Viable\\_Product](https://de.wikipedia.org/wiki/Minimum_Viable_Product).



Oder es ist gar keines da, weil ich habe kein eigenes mehr und die Autos, die normalerweise hier autonom herumfahren, um die Leute in die nächste Stadt zu karren, die kommen hier schon gar nicht an. Also das ist ja alles keine Option. Der Straßenverkehr ist ja eine sehr wichtige Infrastruktur und die hat einfach zu funktionieren, Punkt. Und immer, egal wann, egal bei welchem Wetter, ob Nacht oder Tag. Um da hinzukommen, da glaube ich schon auch, dass da noch einiges zu machen ist. Aber das soll nicht heißen, dass man deshalb aufgibt. Also das auf keinen Fall.

### **Mario Herger:**



Ich meine, vielleicht um das zu zeigen, Chandler in Phoenix, Arizona, die Gegend ist 259 km<sup>2</sup> groß, das ist ein Fünftel größer als Stuttgart, haben die momentan mehrere hundert Testfamilien dort. Also Familien, die diese autonome Taxi-Flotte von Waymo bereits verwenden. In den USA hat man ein bisschen ein anderes Verhältnis zum Auto. Da hat man zwei bis drei Autos pro Familie, das heißt, das führt ja schon dazu, dass diese Autos stehen gelassen werden, oder das heißt, man hat diese Alternative noch. Weil das wäre nach wie vor eine Technologie, die halt noch ganz jung und unreif ist. Aber man sieht langsam, dass diese Leute dann diese Autos auch nicht mehr verwenden, sodass die Batterie tatsächlich leer ist bei denen. Die mussten Starterhilfe bekommen. Einige von diesen Anekdoten.



In Kalifornien, in San Francisco, wenn man umlegt und beispielsweise sagt, okay, es gibt zwar noch nicht diese automatisierten, autonomen Fahrzeuge, die ich mir jetzt holen kann, weil das sind noch Testfahrzeuge, aber ich verwende Uber. Und Uber ist, sagen wir mal, so ein Proxy. Wenn ich mich auf so einen Service verlassen würde, dann sehen wir in San Francisco, dass eine hohe Anzahl an Menschen, die dort wohnt, kein eigenes Auto mehr besitzt, auch den Führerschein nicht mehr machen will, vor allem sehr viele Jugendliche.

Ich habe das bei einem Vortrag am Freitag erzählt, einfach nur zur Bestätigung von mehreren Freunden. Das war eine Freundin, die ist Modedesignerin aus London. Die wohnt in Berkeley, arbeitet aber in San Francisco. Das heißt, sie muss über die Brücke fahren. Sie könnte öffentliche Verkehrsmittel nehmen, diese Wahl hat sie mit BART<sup>15</sup>, eine Fahrt kostet 5 US-Dollar. Sie nimmt aber jeden Tag Uber, das sind 11 US-Dollar.

/

BC

Da sieht man schon, sie hat diese Alternative, sie kann mit BART fahren, aber sie nimmt Uber, auch wenn es doppelt so teuer ist, weil es einfach ein anderes Service ist und noch andere Gründe vielleicht. Bis dann also das automatisierte, autonome Fahren wirklich verbreitet sein wird im ländlichen Raum, ist diese Technologie vermutlich schon so weit, dass man ohne eine Alternativform auskommen muss. Selbst heute, und da stimme ich nicht ganz zu, gibt es Momente, wo man einfach nicht mehr auf die Straße kann, ja, oder wo der Wind alles verblasen hat, an der Eisenbahn die Fahrleitung.

BC

Mein Vater war in der Fahrleitungsmeisterei, bei den ÖBB, 40 Jahre lang, und da wusste ich, wie das ist, wenn alles gestanden ist und plötzlich alle vom Haus rausmussten, um die Oberleitungen zu reparieren.

/

### **Torsten Fleischer:**

Also ich glaube, da waren jetzt aber *Cause and Effect* irgendwie vertauscht. Also, es ist nicht so, dass die Probleme ausgeräumt sind, bis es auf dem Land genutzt wird, sondern ich glaube, erst einmal müssen die Probleme ausgeräumt sein und dann kommt es auch auf das Land.

/

BC

---

<sup>15</sup> BART steht für „Bay Area Rapid Tansit“.

### **Mario Herger:**

BC

Ich glaube nicht, dass es 100 Prozent funktionieren muss, damit es verwendet wird, ja.

### **Günter Getzinger:**

BC

G

Das ist, glaube ich, das Stichwort, die 100 Prozent. Ich möchte noch mal auf eine Wortmeldung hinweisen, auf deine erste eingehende Wortmeldung. Du hast darauf hingewiesen, dass es auch stark um den Risikobegriff geht, in Bezug auf eigentlich jede neue Technologie. Immer werden Risiken mitbedacht und da scheint es doch einen relativ signifikanten Unterschied zu geben, was es an Risikobereitschaft in den Vereinigten Staaten von Amerika oder zumindest in einzelnen Regionen der USA gibt – das ist eigentlich ein Allerweltswissen, das ich da verbreite – in Relation zur Risikobereitschaft in Europa oder zumindest in vielen Regionen in Europa. Da scheint es einen großen Unterschied zu geben und diesen Unterschied vor dem Hintergrund deines Hinweises, dass es ja eigentlich um eine globale Technologie gehen muss. Also müssen wir uns global einigen auf die Rahmenbedingungen, auf viele Aspekte dieser Technologie, denn sonst wird sie sich nicht vernünftig durchsetzen können. So auch, das glaube ich, ist es einigermaßen Konsens, dass wir vielleicht regional etwas, das eine oder andere, machen können.

I

BC

Auch mit unserem ALP.Lab können wir ein Stück weit regional etwas voranbringen, aber insgesamt, glaube ich, geht es darum, global etwas vor die Tür zu bringen. Ich glaube, davon sollten wir nicht abweichen. Das Ganze natürlich unter Konkurrenzbedingungen, das ist schon auch klar, die müssen wir schon auch immer im Auge behalten.

BC

Aber welche Technologie, welche Firma sich letztendlich massiv durchsetzen wird und da die großen Gewinne einfahren wird, scheint mir jetzt im Moment noch unklar zu sein. Also ich bin mir nicht ganz sicher, ob Waymo sozusagen mein

iPad sein wird. Die haben gut verdient. So, jetzt möchte ich das Mikro schon weitergeben, aber vielleicht vorher dir das Wort noch geben.

### **Cornelia Lex:**

Ich wollte noch einmal bei der Konnektivität einhaken, die anscheinend – das war mir nicht so bewusst – eher ein europäisches Phänomen zu sein scheint. Es gibt gewisse Anwendungsfälle, die sind aus meiner Sicht ohne Konnektivität so nicht möglich. Das geht sehr stark in Richtung Verkehrsfluss, aber auch Energieeffizienz. Wenn man sich das Platooning<sup>16</sup> von Lkw anschaut, wo man versucht, Lkw mit einem geringeren Abstand hintereinanderfahren zu lassen, sodass wirklich gesetzliche Bremswege unterschritten werden, dann ist es nur noch möglich, wenn der vordere an den hinteren in Zukunft senden wird: „Du, ich muss jetzt bremsen, du solltest gleichzeitig mit mir bremsen, weil wenn du drauf wartest, bis mein Rücklicht rot wird, ist es schon zu spät.“

v2x

Gerade für den Gütertransport, wo Kosten für Energie – also wie viel Energie brauche ich, um meine Güter von A nach B zu bringen? – ausschlaggebend sind, ist das ein wichtiges Thema und sicher auch ein Thema für die Automatisierung. Es gibt aber auch andere Fälle, wo ich mir nicht sicher bin, ob man sich nur auf Daten verlassen darf, die man von außen geschickt bekommt. Und da ist gerade dieser Straßenzustand wieder so ein Thema.

v2x

/

Habe ich eine Stelle, wo jeden Tag hunderte Autos vorbeikommen, wo ich viele belastbare Daten habe, dann kann ich

v2x

/

---

<sup>16</sup> Technisches Steuerungssystem in Entwicklung, das mehrere Fahrzeuge in geringem Abstand zueinander fahren lässt unter Beobachtung der Verkehrssicherheit, siehe z. B. <https://de.wikipedia.org/wiki/Platooning>.

denen sicher mehr vertrauen als an einer anderen Stelle, wo ich mir gar nicht sicher bin, wie aktuell diese Daten sind. Wenn ich jetzt mit einem Fahrzeug unterwegs bin, das sich nur darauf verlässt, dass ich von außen Daten bekomme, müsste das im schlimmsten Fall dort in der Situation einfach stehen bleiben, am Straßenrand, und warten, bis entweder die Straße geräumt ist oder bis es wieder schön geworden ist. Weil sonst sitzt der dort fest an dieser Stelle. Das heißt, sich auf eine einzelne Technologie zu verlassen, wäre da schon auch sehr, sehr gefährlich.

### **Mario Herger:**

v2x

S

Ich glaub, diese beiden Beispiele, die du zum Thema Konnektivität gebracht hast, die der Case für Konnektivität sein sollten, glaube ich, kann man auch ohne Konnektivität abbilden. Die Fahrzeuge, die ich meine, haben Sensoren, die erkennen, ob das Fahrzeug davor oder dahinter die gleiche Geschwindigkeit bei behält. Das Fahrzeug muss nicht unbedingt kommunizieren können. Sondern wenn das auf die Bremse tritt, dann trete ich auch auf die Bremse. Ja, das geht rasch, fast unvermittelt.

v2x

S

Zu dem Thema Platooning gibt es unterschiedliche Dinge. Da geht es eher darum, dass die Fahrzeuge auch miteinander kommunizieren, wie schwer denn ihre Last ist, die sie haben, weil dann habe ich einen anderen Bremsweg, und wer ist das Fahrzeug, das sich vorne und hinten einreihet? Aber zum Verkehrsfluss, da gibt es diese Videos, die du dir online anschauen kannst, wo das Universitäten probiert haben, wo sie ein autonomes Fahrzeug reinbringen in ein manuell gesteuertes Ding und das den Stau auflöst. Da gibt es keine Kommunikation über Konnektivität zwischen den Fahrzeugen. Also das heißt, ich glaube, dass das ohne sie möglich ist. Ich würde bei solchen Problemen immer versuchen, zuerst zu schauen, ob wir das ohne Konnektivität schaffen können, um langsam herauszufiltern, welche die Probleme sind, die tatsächlich Konnektivität brauchen.

### **Fragestellende Person Nr. 6:**

Was mir jetzt bei der Diskussion aufgefallen ist: In den 15 Jahren, seitdem ich mich mit dem Thema beschäftige, haben wir auf der einen Seite das Thema Evolution, wo wir uns von Level-1-Fahrzeugen ganz langsam hochgearbeitet haben, was z. B. dazu geführt hat, dass wir 20 Jahre gebraucht haben, um ein zuverlässiges ACC<sup>17</sup> in Prämiumfahrzeugen zu haben. Noch nicht in Fahrzeugen mit billigen Sensoren, die sind noch nicht so zuverlässig. Auf der anderen Seite, jetzt auf der amerikanischen Seite, gibt es sehr hoch automatisierte Funktionen, mit sehr teuren Prototypen, wo es eigentlich noch keine serientauglichen Fahrzeuge gibt, zwar absehbar, aber es gibt sie jetzt in dem Sinne noch nicht.

Was mir in der Diskussion auch vielleicht ein bisschen fehlt, ist, weil Sie gesagt haben, bei 10, 20 Prozent ist ein automatisiertes Fahrzeug besser als ein menschlicher Fahrer, dass man da nochmals den ethischen Gesichtspunkt einbringt. Wie messe ich denn das? Ist es ethischer, jetzt evolutionär zu entwickeln und zu sagen, ich bringe ein System, das wirklich funktioniert, 100.000-fach auf der Teststrecke, virtuell oder wo auch immer getestet, das keine oder kaum Fehlfunktionen hat, oder mit einem System in Serie zu gehen, wo man dann rasch auf die Straße geht und halt wie Uber riskiert, dass solche Situationen, die man noch nicht getestet hat, die man noch nicht gesehen hat, dann auch kommen werden. Wie ist da, aus Ihrer Sicht, der ethische Gesichtspunkt zu sehen?



### **Mario Herger:**

Genau, wie definiere ich, ob ein Auto besser fährt, zehn Prozent – oder was bedeutet das genau? Das ist eine Definition, die wir erst einmal erledigen müssen. Ja, die, wo es noch viel Diskussionspotenzial und Definitionspotenzial gibt. Das



---

<sup>17</sup> Abstandsregeltempomat, engl. *Adaptive Cruise Control (ACC)*.

sieht man ja schon bei diesen Disengagement-Zahlen<sup>18</sup>, die man jetzt sieht. Da ist Disengagement eigentlich sehr vage definiert. Auch glaub ich, dass wir noch einmal darüber reden müssen, ob die heutige Einteilung der Level, Level 0 bis Level 5, die richtige ist. Wenn ich jetzt einen autonomen Shuttle, wie so ein Easy Mile oder Navya, hernehme, mag der jetzt zwar nach einem Level 4 ausschauen, aber das ist nicht vergleichbar mit einem Waymo Level 4, das ist etwas ganz anderes. Das eine fährt auf einer abgeschlossenen Strecke ganz kontrolliert bei ganz geringer Geschwindigkeit, während andere Fahrzeuge in allen Environments fahren sollen. So, jetzt habe ich irgendwie den Faden verloren ...

### **Nochmals fragestellte Person Nr. 6:**

**A** Wie geht man das mit der ethischen Frage zur Einführung an, nimmt man ein höheres Risiko ...?

### **Mario Herger:**

**G**  
**V** Ja genau, danke. Wie ist die Entwicklung? Zuerst einmal zum Uber-Fall. Der Uber-Fall ist natürlich schrecklich und eigentlich unverantwortlich gewesen. Das ist nicht in einer Form gewesen, wie wir das haben wollen oder hätten machen sollen. Ich sage ganz klar, die haben das Bremssystem abgeschaltet, das heißt, dass ihr autonomes System nicht mit den Bremsen verbunden war. Das Volvo-System haben sie natürlich abgeschaltet, ganz klar, weil sie ihr eigenes System entwickelt haben. Früher waren zwei Sicherheitsfahrer

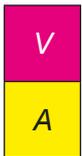
---

<sup>18</sup> Kalifornien verlangt von allen autonomen Fahrzeugbetreibern einen jährlichen *Disengagement Report* mit der Anzahl der notwendigen Abschaltungen (engl. *disengagements*) des autonomen Fahrmodus aufgrund von fehlerhafter Technologie oder Notwendigkeit in einer bestimmten Verkehrssituation, siehe <https://www.dmv.ca.gov/portal/vehicle-industry-services/autonomous-vehicles/disengagement-reports/>.

vorgeschrieben, die zusammensitzen. Dann wollten sie zeigen, dass sie auch super unterwegs sind und auf eine 12-Meilen-Disengagement-Rate kommen. Deshalb haben sie die Fahrer aufgeteilt, nur mehr einen drinnen gehabt und dann schaut der Fahrer während der Fahrt einen Film an. Wobei man natürlich auch dazu sagen muss, dass das wirklich eine extrem langweilige Arbeit ist. Da drinnen sind die Leute nach wenigen Monaten ausgebrannt, die können das nicht mehr, die wollen das nicht mehr, weil es zu langweilig ist.

Jetzt noch einmal, stellen wir uns vor, wir könnten das definieren, dass wir irgendwie ein Kriterium finden, das jetzt sagt, wir sind jetzt zehn Prozent besser. Dann würden wir sie nicht nur auf den Teststrecken fahren lassen wollen, weil Teststrecken sehr limitiert sind. Wir haben ja Videos gesehen, ich habe ein paar Videos aus diesem Grund gezeigt. Wir müssen die Autos in der Realität fahren lassen und möglichst viel fahren lassen, eben unter Sicherheitsbedingungen. Aber weil das Fahrzeug zehn Prozent besser ist als Menschen, dann bedeutet das, dass wir in Österreich potenziell 30 oder 40 Tote weniger haben. Das würde heißen, wenn wir warten, bis das System hundert Prozent sicher ist, was es nie sein wird, dann sind wir schuldig, dass wir das Fahrzeug und solche Technologien 10, 20 Jahre verspätet einbringen und damit eben schuldig, dass wir mehrere 100 oder 1.000 Menschen auf dem Gewissen haben. Nur so wird natürlich nicht gerechnet, so wird das nicht betrachtet. Wenn wir das umlegen z. B. auf Flugzeugtechnologie: Die Sicherheit, die wir heute haben, auch wenn jetzt wieder einmal eines abgestürzt ist, hat damit zu tun, dass wir leider Gottes diese Technologie in Blut gebadet haben und durch die Erfahrung aus Unfällen besser gemacht haben.

Das heißt, uns fehlt es an einer Infrastruktur, damit meine ich Behörden, Organe etc., die sich so wie bei der Flugzeugentwicklung eben damit auseinandersetzen und diese Vorgaben



an alle Hersteller weiterreichen. Das haben wir heute nicht. Wenn wir uns z. B. die Disengagement-Raten anschauen von diesen 30, 40 Unternehmen, die sich in Kalifornien qualifiziert haben und diese abliefern. Also die Disengagement-Raten, ich weiß nicht, ob ihr sie kennt? Die Unternehmen, die eine Lizenz haben, die müssen einmal im Jahr in Kalifornien berichten, wie viele Autos sie hatten, wie viele Kilometer sie gefahren sind und wie oft der Sicherheitsfahrer intervenieren musste, wo das System einen Fehler macht oder sich nicht mehr auskennt. Da gibt es von diesen 30 Unternehmen mehr oder weniger fünf, die halt laut diesen Zahlen außergewöhnlich gut sind. Die sind mit Vorsicht zu genießen. Wir könnten an einen Moment kommen, wo wir als Gesellschaft, als Regierung, als Behörde sagen, diese fünf dürfen weitermachen, die anderen nicht mehr, weil wir eine Verantwortung gegenüber der gesamten Gesellschaft haben. Die fünf müssen diese Technologie lizenzieren und die nehmen wir und sagen, hier gibt es dann auch Austausch zu Standards zwischen den Daten, zur Infrastruktur und wir arbeiten zusammen und machen gemeinsam diese Technologie besser, wie das heute beispielsweise in der Flugzeugindustrie der Fall ist.

### **Marcel Baunach:**

Die Frage, die Sie stellen, treibt uns auch schon eine ganze Weile um. Die Beobachtung teilen wir absolut und ich habe, glaube ich, auch noch keine geschlossene Erklärung, aber vielleicht ein paar Angebote, die das erklären.



Die Entwicklung der deutschen Automobilhersteller steht ja in einer gewissen Tradition. Fahrzeugautomatisierung spielt in ganz unterschiedlichen Programmen dort schon sehr, sehr lange eine Rolle. Man kann bis zum Projekt Prometheus zurückschauen oder weiß der Kuckuck, also mindestens 30 Jahre, vermutlich sogar mehr. Diese Tradition wirkt natürlich im Unternehmen fort und hat auch sozusagen Ingenieurs-handeln in den Unternehmen geprägt, ganz klar. Das hat auch

damit zu tun, dass die Automobilindustrie traditionell eine ganz andere Sicherheitskultur hat und auch eine ganz andere Standardisierungs- und Normierungskultur.

Das ist sozusagen das etablierte System, das entwickelt sich, versucht sich sehr stark auch evolutionär zu entwickeln. Die IT-Unternehmen, die vornehmlich amerikanischen – es werden nicht nur amerikanische sein, wir reden auch immer über Waymo, aber in China passiert da durchaus auch einiges –, stehen ja in ganz anderen Traditionen. Sie sind wesentlich jünger, sie stehen in der Tradition der Sicherheitskultur der IT-Branche, die eine andere ist. Ich versuche mal, wertende Attribute zu vermeiden, aber Sie wissen, was ich damit meine. Und sie haben auch ein anderes Geschäftsmodell. Deutsche Automobilhersteller müssen ihre F&E-Aufwendungen für die Fahrzeugautomatisierung in der Regel aus dem laufenden Geschäft der Fahrzeugindustrie erwirtschaften. IT-Unternehmen haben in der Regel gar kein funktionierendes Geschäftsmodell, bis auf wenige Ausnahmen, sondern sie sind erst mal Wetten auf die Zukunft. Fast alle die schicken Autos, die durch das Silikon Valley fahren, sind mit Investorengeld aufgepumpt, fast alle von den 40, 50 Fahrzeugen, die da spazieren fahren, sind Wetten auf die Zukunft.

BC

Es gibt sehr, sehr wenige stabile Anbieter, die dort unterwegs sind. Waymo ist eine der Ausnahmen, ganz klar. Die haben aber tatsächlich auch einen anderen Entwicklungsansatz. Wenn sie scheitern, gefährden sie ihr Geschäftsmodell nicht, weil es eigentlich ganz woanders liegt. Und diese beiden Stränge, glaube ich, kämpfen im Moment tatsächlich wirklich miteinander. Man muss auch dazu sagen, es gab auch in Amerika natürlich eine Reihe von Entwicklungen hin zur Fahrzeugautomatisierung, die dann aus unterschiedlichen Gründen abgebrochen wurden, auch weil Verkehrsforschung und Mobilitätsforschung im Verkehrssystem der USA und im politischen System eine andere Rolle spielen als in Europa. Wir

BC

haben andere Städte, wir haben andere Stadtstrukturen, wir haben andere Nahverkehrsstrukturen, wir haben andere etablierte Verkehrsanbieter jenseits des Autos, wohingegen in den USA, auch wieder mit wenigen Ausnahmen, eine verkehrliche Monokultur herrscht, wo das Auto in nahezu allen Räumen, selbst in den Städten, eine sehr dominante Rolle spielt. Diese beiden Paradigmen setzen sich dort auseinander.

G

Jetzt zur Frage der Ethik. Ethik ist leider eben doch oft kein scharfes Schwert. Das scharfe Schwert ist das Recht, das hoffentlich durch ethische Grundsätze geprägt ist, was aber auch in beiden Räumen deutlich unterschiedlich ist. Die Amerikaner haben in einer Art Innovationswettbewerb, und dort ist Verkehrsrecht weitestgehend auch Staatenrecht und nicht Bundesrecht, nach unten angefangen. Die testen eben auch in Arizona, weil dort die Vorschriften relativ schlecht sind und das Wetter gut ist. Wohingegen sich Deutschland bei der Novelle des Straßenverkehrsgesetzes entschieden hat, auch bei vollautomatisiertem Fahren die Haftung für den Prozess weiterhin beim Fahrer zu belassen, egal, was das Fahrzeug tut.

G

Das sind unterschiedliche Regulierungsansätze, aber die sind natürlich handlungsrelevant. Wenn ich Uber jetzt haftungsfrei stelle, so wie es vor Kurzem geschehen ist, und dann sage, für den Unfall ist eigentlich nur die Sicherheitsfahrerin verantwortlich, schaffe ich natürlich eine ganz andere Sicherheitskultur, als wenn ich mittelbar den Reputationsschaden für ein Automobilunternehmen in einem Testprogramm in Kauf nehmen muss.

G

Sie sehen, das Ganze ist also eine hochgradig differenzierte Argumentationsstruktur, in der Ethik nur eine von vielen Rollen spielt und viele andere Traditionen – Regulierung der Rahmenbedingungen, wirtschaftliche Rahmenbedingungen, in denen die jeweiligen Akteure unterwegs sind – mindestens

genauso stark eine Rolle spielen. Ich hoffe, das gibt Ihnen vielleicht ein bisschen eine Art von Antwort. Viel Hoffnung auf die Ethik habe ich in dem Kontext nur insofern, als dass ich die Hoffnung habe, dass Gesetzgeber da das ethische Handeln sozusagen durch starke Regeln auch ein Stück weit in harte Handlungsregeln implementieren. Gerade in wirtschaftlichen Wettbewerben mit großen Börsen läuft dann Ethik auch schnell mal ins Leere. Das wissen wir wahrscheinlich aus vielen anderen Kontexten auch.

**Mario Herger:**

Ich war übrigens am Donnerstag bei Daimler und da haben wir auch über diese Sicherheitskultur gesprochen. Das ist natürlich das Problem, wenn so ein Uber-Unfall Daimler passiert, dass das für die Marke Daimler als eines der sichersten Fahrzeuge der Welt etc., etwas wäre, was man nicht haben möchte.



**Marcel Baunach:**

Auch Volvo hat ganz schnell Distanz gesucht zu dem Uber-Unfall und hat sehr schnell klargemacht, dass das Fahrzeug, was da fährt, nur von außen ein Volvo ist, aber nicht von innen.



**Mario Herger:**

Noch einmal zu den Geldern vielleicht zwei Aspekte. Viele der Start-ups, die heute diese Technologie entwickeln, kriegen tatsächlich Gelder von der Automobilindustrie. Also Argo hat z. B. Volkswagen drinnen, und auch andere. Das heißt, da werden teilweise hunderte Millionen von den Automobilherstellern reingesteckt. Dann möchte ich vielleicht noch einmal darauf hinweisen, wie viel Waymo ausgegeben hat oder Tesla, um z. B. das Elektroauto zu entwickeln, zu bauen und zu verkaufen. Wie viel Verlust die gemacht haben und wie viel Geld Waymo reingesteckt hat, um ein autonomes Fahrzeug zu machen – seit 10 Jahren. Wenn wir das zusammenrechnen,



dann kommen wir vielleicht auf 10 Milliarden Dollar. Das ist natürlich sehr, sehr viel Geld. Aber Volkswagen alleine hat in den USA bislang 22 Milliarden Dollar an Strafe gezahlt, weil sie am Diesel geschummelt haben. Da weiß ich jetzt nicht mehr ganz genau, ob das Argument, dass die einen kaufmännischer denken als die anderen, gilt und dass die anderen mehr Risiko machen können, weil es nicht ihr Geld ist. Da ist mein Argument, dass hier einfach anders vorgegangen wird. Ob das jetzt eine höhere Risikokultur ist oder nicht, wenn man schummelt und glaubt, dass man nicht erwischt wird, da wäre ich etwas vorsichtig. Man tendiert dazu, dann den Konkurrenten, die man hat, die offensichtlich heute voranliegen und besser sind, sozusagen nicht den entsprechenden Respekt zu erweisen und sich selber nicht anzustrengen. Sondern man redet das immer schön und redet das immer weg.

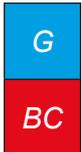
**V** Oder man braucht das nicht und die werden schon scheitern, weil es ja regnet und weil Tesla pleitegehen wird. Ich finde, das ist ein sehr gefährlicherer Pfad als europäisches Unternehmen, wenn sie so vorgehen, anstelle zu sagen, okay, wir krepeln uns die Ärmel auf und versuchen alles umzusetzen, dass wir die Gesetze hinkriegen, dass wir die Technologie hinkriegen, dass wir die Menschen umbiegen oder dass wir die Menschen überzeugen, dass es eine tolle Technologie ist, anstelle sozusagen die Schuldigen woanders zu suchen. Also ich wäre da sehr, sehr vorsichtig mit dem Ganzen, weil sonst passiert wirklich, dass wir diese Industrie verlieren.

### **Günter Getzinger:**

**G** Dass auf Märkten manchmal mit harten Bandagen gekämpft wird, ist, glaube ich, ein prinzipielles Merkmal von Märkten. **BC** Da geht es manchmal unfair zu, auch das müssen wir respektieren. Wir können es moralisch verurteilen, aber es ist ein Faktum und mit diesem Faktum muss man auch umgehen lernen. Das ist nicht nur eine reine und saubere Diskurskultur,

in deren Rahmen die Marktteilnehmer miteinander umgehen. Das halte ich im Rahmen unseres Wirtschaftssystems, das das eindeutig dominante ist, für normal. Wie gesagt, damit muss man umgehen, da muss man vielleicht da und dort ein scharfes Schwert schmieden, um wieder mal die übelsten Auswirkungen rechtlich in die Schranken zu weisen.

Was nicht heißt, dass es nicht immer wieder Leute gibt und aktuell Marken, die dieses Recht nicht beachten. Die werden dann hoffentlich ausfindig gemacht und bestraft. Oder aus gewissen übergeordneten, nationalen Interessen vielleicht auch sogar nicht. Auch damit muss man umgehen. Ich plädiere dafür, hier relativ kalten Blutes darauf zu schauen, zu analysieren, auch den Ort der Ethik zu finden als jenen Diskurs, der meistens der Politik vorgelagert ist. Wo sich das dann als Ideologie, wollen wir es mit diesem schlimmen Wort bedenken, im Rahmen von Parteien, die ja auch im Parlament was zu sagen haben, konfiguriert und dann zu Entscheidungen führt, was Recht ist oder Unrecht. Das ist ein relativ normaler Prozess und wie gesagt, plädiere ich hier für kaltes Blut und einen analytischen Blick auf diese Brutalität, die sich hier auch offenbart.



### **Nochmals fragestellende Person Nr. 6:**

Danke. Wir haben jetzt vielfach über die Systeme gesprochen. Ethik und Moral sind der eine Punkt, früher war mal auch öfter das Wort Akzeptanz drinnen und da möchte ich jetzt irgendwie den Menschen oder die ganzen Nutzer, die ja das automatisierte Fahren danach auch nutzen sollen, einbeziehen, wie die das autonome Fahren, die neuen Fahrzeuge, die es dann geben wird, nutzen sollen, akzeptieren. Und da, wie Sie richtig gesagt haben, gibt es wahrscheinlich unterschiedliche Zugänge in Europa und Amerika und es wird noch immer 30, 40 Unfälle und Todesfälle geben in Österreich pro Jahr anstatt 400. Super, nur ein Zehntel, wir waren erfolgreich, wenn man das werten kann, und das autonome



Fahrzeug ist besser als der menschliche Fahrer. Das Problem ist eben nur, dass das Zahlen und Statistiken sind, ganz einfach, und es aber einzelne Personen gibt, die handeln. Und da ist der Punkt, wo ich sage, wenn man wahrscheinlich in Österreich die acht Millionen Leute fragt, dann werden 7,999 Millionen oder zumindest die, die den Führerschein haben und fahren können, sagen, sie sind gute Autofahrer. Das heißt, sie verlassen sich auf sich selber und wollen sich nicht darauf verlassen, dass sie jetzt zwar statistisch gesehen nur ein Zehntel der Unfälle sind, aber es kann mich selber treffen, weil ich bin nicht mehr verantwortlich für mein eigenes Schicksal. Dieser Punkt, diese Akzeptanz, ist zumindest in der europäischen Kultur gleich ausgeprägt. Aber da weiß ich gar nicht, ob die Amerikaner da anders sind, ganz einfach, dass sie ihre Schicksale in eine andere Hand legen.

A

Da sage ich immer, wenn dort eben diese Schritte zu früh oder teilweise zu schnell gehen und man diesen Vorteil dann, die Akzeptanz, die man dann durch Unfälle, die passieren, die nicht passieren sollten, verspielt. Solange man noch Ausreden hat, geht es vielleicht noch, wenn alles noch nicht so geregelt ist. Aber irgendwann einmal, wie gesagt, verliert man einfach diesen Vorsprung, diese Akzeptanz. Die Personen werden das Ganze nicht mehr annehmen können und damit geht es vielleicht auch in eine gewisse Einbahn, in eine Sackgasse.

### **Marcel Baunach:**

A

BC

Also da ist ein Punkt, der vielleicht gar nicht mehr so offensichtlich ist. Ich stelle bei Akzeptanz immer wieder fest, dass das gar nicht um die Sache an sich geht, sondern um viele Nebeneffekte. Also ich geh mal ein bisschen weg vom Fahrzeug in Richtung Dienste, die im Internet angeboten werden, von großen Firmen wie Google beispielsweise. Da gab es ja auch vor vielen Jahren und bis heute immer noch eine dauernde Diskussion: Ja, welche Daten bin ich denn bereit preiszugeben? Und dann gibt es viele, die sagen: Ja, die dürfen

nichts über mich wissen und ich versuche, mich da möglichst bedeckt zu halten. Und dann fangen die Firmen an und bieten Dienste teilweise kostenfrei an. Die Leute gewöhnen sich daran, sie stellen fest: Oh, das ist ja ganz nett und ganz schön und da habe ich ja etwas davon. Oder man fühlt sich zumindest so, ob es wirklich stimmt, ist noch mal eine andere Geschichte, aber man hat das Gefühl, das hat tatsächlich einen *Benefit* für mich. Und in dem Moment, wo ich dieses Gefühl habe, bin ich dann auch bereit, einmal über meinen Schatten zu springen, und schreibe doch einmal meine Adresse irgendwo rein oder gebe mal hier und da noch eine Information preis. Es könnte sein, dass es beim Fahren genau so funktioniert. Also das Fahren an sich ist natürlich der Kernaspekt. Ja, ich muss von irgendeinem Punkt zu einem anderen Punkt kommen. Aber vielleicht ist die Akzeptanz bei den Fahrzeugen auch noch über andere Dinge zu erreichen. Dass man sagt: So, das Fahrzeug bringt mich eben nicht nur dahin, sondern das synchronisiert sich auch mit meinem restlichen Tagesablauf, gibt mir Bescheid, wenn ich vielleicht früher starten soll oder, wenn es die Verkehrssituation erlaubt, vielleicht ein bisschen später.

Also dass solche Seiteneffekte noch dazu führen, dass die Geschichte insgesamt akzeptabler wird. Was aber natürlich nicht darüber hinwegtäuschen darf, dass der Fahrer niemals das Gefühl haben darf, er könnte es besser. Weil das ist natürlich schlimm. Also, wenn ich weiß, jetzt hat mein Auto, das auch noch einen Haufen gekostet hat und autonom ist, trotzdem einen Unfall verursacht. Auch wenn es nur ein Lackschaden ist. Wenn ich aber das Gefühl habe, also mir wäre das jetzt nicht passiert, dann ist es natürlich schwierig. Ich glaub, man muss beides hinkriegen. Einerseits, das Fahrzeug muss gefühlt mindestens genauso gut sein wie ich selbst – das ist wahnsinnig schwer – und ich glaube, es muss zusätzliche *Benefits* geben, die mit dem Fahren selbst eigentlich gar nichts zu tun haben. Also beides.

A

## Torsten Fleischer:

A

Akzeptanz ist ja analytisch gesehen ein relativ kompliziertes Tierchen. Wir führen das immer so leichtherzig im Munde, aber wenn man das mal versucht wirklich wissenschaftlich zu greifen, wird es dann schon ein bisschen amöbenartig. Es gibt so unterschiedliche Beschreibungsformen, ich sag Ihnen mal unsere aus dem Arbeitskontext, ich hoffe, Sie können mitgehen. Man kann es erst mal „abschichten“ auf eine individuelle Ebene. Eine Person akzeptiert etwas. Gerade wenn es um technische Produkte geht, kann man da prima facie drei Dimensionen unterscheiden. „Ich bin bereit, eine Technik käuflich zu erwerben.“ Das ist das, was heute im autonomen Fahren ganz oft auch als Akzeptanzkriterium verhandelt wird. Das kann man relativ einfach beobachten.

BC

A

„Ich bin bereit, eine Technik zu nutzen“, ist schon was ganz anderes. Weil das eigene wirtschaftliche Risiko plötzlich von einer anderen Art ist. Ich kaufe mir ein Auto, ich kaufe mir keine U-Bahn. Nicht nur, dass ich das nicht könnte, aber es ist eine ganz andere Frage, ob ich bereit bin, es zu kaufen oder zu nutzen. Unsere Umfragen, das werden Sie immer wieder sehen, in den einschlägigen Medien, bringen das auch munter durcheinander. Man wird mal nach dem einen gefragt, mal nach dem anderen.

BC

A

Die spannende Ebene ist die dritte. „Ich werde mit einer von anderen erworbenen oder genutzten Technik konfrontiert, mit deren Folgen ich umgehen muss, ohne selber unmittelbar an ihrer Nutzung teilzuhaben.“ Auch das ist ein Akzeptanzthema. Und da entstehen die eigentlich spannenden Fragen, weil das können wir nicht mehr so ganz leicht messen. Das ist immer noch alles auf der individuellen Ebene. Und dann gibt es sozusagen noch eine Gesellschaft, eine kollektive Ebene. Die Wahrnehmung des Leidens dieser Gruppen ist so groß, dass sie sich organisieren und gesellschaftlich dagegen Front machen. Das hatten wir aber nicht

bei so vielen Techniken, aber es gibt ein paar, bei denen wir das hatten.

Kernenergie ist wohl eine typische davon, Gentechnik, oder zumindest „grüne“ Gentechnik, ist ein Teil davon. Wir haben das aber relativ wenig, dass tatsächlich die Betroffenheit so stark ist, dass sich auch ein Mobilisierungspotenzial entwickelt. Gerade wenn Sie das auf diese dritte Ebene schieben: „Ich werde von den Folgen einer Techniknutzung betroffen, von der ich selber erst mal unmittelbar nicht gefühlt profitiere.“ Das erklärt, warum wir über diese ganzen ethischen Dilemmata immer wieder diskutieren. Weil das ist genau so eine Betroffenheitsfrage. Andere fahren mit so einem Auto spazieren und ein Teil des damit verbundenen Risikos wird auf mich als nicht davon Nutznießenden projiziert. Das wird auch das automatisierte Fahren begleiten, auch die Beobachtung des automatisierten Fahrens durch die allgemeine Öffentlichkeit wird das begleiten. Insofern sind natürlich dann auch Kommunikationsstrategien und Diffusionsstrategien der Hersteller enorm wichtig, weil sie diesen Effekt zu vermeiden suchen.

Da machen sich unterschiedliche Hersteller auch unterschiedlich Sorgen. Jetzt sind wir wieder bei der Frage von vorhin: Warum unterscheiden sich die Ansätze von großen Fahrzeugmarken von denen aus dem IT-Bereich? Das ist einer der Aspekte davon. So komplex ist die Lage, leichter kann ich es leider nicht beantworten. Und wir haben auch sozusagen keine einfache Metrik, insbesondere für die Fälle C und D, ja, externe Betroffenheit und Mobilisierungspotenzial.

A

Da gibt es so ein paar Heuristiken, die wir aus der Vergangenheit kennen. Eine ist insbesondere die: „Ich nutznieße nicht und habe auch keine Möglichkeit, diesen Folgen auszuweichen.“ Ein klassischer Fall dazu: Jemand baut eine Nuklearanlage drei Kilometer von meinem Wohnhaus. Ich habe nicht das Gefühl, dass ich unmittelbar an der Entscheidung

A

beteiligt bin, ich profitiere nicht wirklich davon. Klar nutze ich irgendwie Strom, aber wer weiß schon, wie der sich zusammensetzt, und ich bin von den Folgen betroffen. So eine Konstellation ist beim automatisierten Fahren denkbar. Die muss nicht so sein, aber die kann so sein. Und deshalb reden wir über das Thema.

### **Mario Herger:**

A

Technologie muss noch nicht besser sein, sie muss sicherer sein, aber nicht besser. Wir haben solche Roombas<sup>19</sup>, die eigentlich ziemlich schlechte Staubsauger sind, und trotzdem hassen wir das Staubsaugen noch mehr, sodass wir das akzeptieren. Das heißt, vermutlich müssen die Autos nicht besser fahren, im Sinne von schnittig und sportlich. Aber sie fahren vielleicht in einer Weise, dass ich ans Ziel komme und dazwischen arbeiten oder mich unterhalten oder mich mit anderen Dingen beschäftigen kann. Jetzt gibt es eine Akzeptanz, da habe ich noch ein paar Sachen und zwar etwas, das ich immer einbringe: „Wie verhält sich das System mir gegenüber?“

A

Die Fahrer, die Techniker, die mit diesen Technologien arbeiten, berichten einhellig davon, dass Leute an diese Fahrzeuge herantreten und fragen, wie das funktioniert, ob sie es verwenden können und wann sie mitfahren dürfen und so weiter. Das heißt, ich glaube, wenn man sich das anschaut, werden wir sehen, dass die Menschen Interesse daran haben und bereit sind, es zu verwenden. Sie haben es bisher nur nicht erfahren. Sie haben das alles nur theoretisch gesehen und gehört. Und da gibt es auch Unterschiede nach Ländern, wo diese Umfragen passieren. In Europa sind wir skeptischer, in Brasilien, in China, in Indien, mit einem jüngeren Bevölkerungsdurchschnitt und auch Menschen, die weniger Autos dort

---

<sup>19</sup> Roomba ist ein Staubsaugerroboter der Firma iRobot.

haben, ist man eher bereit, das zu verwenden, und vor allem auch durchaus bereit, dass man von Google und Apple solche Technologie akzeptiert, weil die halt einfach überall durchdringend ist. Jetzt zur Akzeptanz hätte ich noch ein Ding. Wir kennen ja diese hässlichen „Google-Eier<sup>20</sup>“, die so rund ausschauen.

Von einem Design-Standpunkt aus, wie ein Auto heute gebaut wird oder auszuschauen hat, ist es eigentlich eine hässliche Gurke. Nur das hat einen Sinn. Die Autos, die wir heute auf den Straßen haben, sind eigentlich, ich sag es immer salopp, von 30 bis 50 Jahre alten Männern, die Autos für 30 bis 50 Jahre alte Männer bauen, um Frauen aufzureißen. Das also muss schnittig und sportlich sein und soll mich cool ausschauen lassen. Nun steht so ein silberner BMW an der Kreuzung, getönte Scheiben, und macht „ähhhh ähhhh“ und manchmal ist ein Arschloch drinnen. Ich sage das deshalb, weil wir einen BMW hatten und wir uns so verhalten haben. Wenn das aber eine Maschine ist, die das macht oder die so ausschaut, dann ist es bedrohlich, dann denken wir sofort an Terminator. Schaut man sich jetzt diese hässlichen „Google-Eier“ an, wird es plötzlich eine ganz andere Diskussion. Weil das Fahrzeug selber sieht nicht nur freundlich aus und niedlich, sondern es verhält sich auch in einer Weise, dass sich die Leute eher daran orientieren, sie fahren wirklich höflich, rücksichtsvoll. Das heißt, es schneidet dich nicht, es gibt dir den Vorrang, das heißt, die Akzeptanz wird höher. Und gleichzeitig hat dieses Design noch einen technischen Grund, die Sensoren haben keinen toten Winkel an dem Fahrzeug. Damit reden wir plötzlich über diesen Aspekt, dass das Design selbst Akzeptanz bewirken kann und über das Design, das Verhalten des Fahrzeugs zu Akzeptanz führen kann.

A

---

<sup>20</sup> Umgangssprachlich werden selbstfahrende eiförmige Autos von Google in den USA als „*Google eggs*“ bezeichnet, siehe auch: <https://www.youtube.com/watch?v=c0XpWF8cxhQ>.

### **Marcel Baunach:**

A

Vielleicht noch einen Satz dazu: Dieser Vergleich mit einem Roomba, das ist natürlich ein bisschen sehr grenzwertig aus meiner Sicht. Wenn ich den fahren lasse und dann bleibt dann noch ein Krümel liegen, ist das okay. Wenn ich aber ins Büro fahre und unterwegs drei Katzen mitnehme, dann drei Kinder umfahre, dann ist es natürlich nicht okay.

### **Mario Herger:**

A

Deshalb habe ich ja gemeint, sie müssen sicherer sein, aber es kann sein, dass sie langsamer oder zögerlicher fahren oder vielleicht schlechter fahren im Sinne von nicht so sportlich und schnittig wie ich.

### **Marcel Baunach:**

A

Was die Definition von besser ist, habe ich ja nicht dazugesagt. Besser kann ja auch sicherer bedeuten, aber das ist ja noch mal eine ganz andere Geschichte. Die Akzeptanz insgesamt, ich glaube, das ist halt schon ein gewisses Risiko, mit dem wir uns da auseinandersetzen müssen. Weil: Zunächst einmal ist es eine neutrale Technik. Die Menschen wissen noch nicht so genau, was sie zu erwarten haben. Sie schauen sich das an, vielleicht auch mit einem sehr großen Interesse oder auch mit einer sehr großen Skepsis.

A

Aber keiner weiß so recht, wie es werden wird. So, jetzt gehen wir voran, technologisch, und irgendwann kristallisiert sich heraus, was Sache ist. Da ist genau der Knackpunkt. Wenn wir es gut machen beim ersten Anlauf, kommen wir weiter mit der Akzeptanz. Wenn wir es schlecht machen beim ersten Anlauf, verlieren wir Vertrauen. Und verlorenes Vertrauen wiederaufzubauen, ist halt einfach wahnsinnig schwer.

### **Mario Herger:**

BC

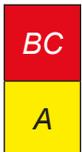
A

Ist auch billiger, wenn das Fahrzeug 80 bis 90 Prozent weniger pro Meile braucht. Dann ist es ein gutes Argument, dass ich

ein eher schlechteres Ding verwende. Na, das sehen wir ja täglich. Leute sind bereit, trotzdem noch Volkswagen zu vertrauen und sich den billigeren Diesel jetzt zu kaufen, auch wenn sie sozusagen hier beschissen worden sind. Einfach mit dem Preis. Da spricht jetzt der Ökonom aus mir.

**Marcel Baunach:**

Ich glaub nicht, dass man alles über den Preis regeln kann. So ein Ding muss ja tatsächlich zuverlässig in vielerlei Hinsicht sein. Das muss mich ja nicht nur zuverlässig zum gewünschten Zeitpunkt ans Ziel bringen, es sollte unterwegs auch möglichst wenig Ärger verursachen, also Unfälle oder sonst etwas. Das muss ja schon passen. Außerdem, die Fahrzeuge, die kosten ja schon auch etwas. Ich kann den Preis auch nicht beliebig drücken.



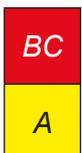
**Mario Herger:**

Es geht hier um die Nutzung, also ich glaube, der Ansatz ist nicht, dass Menschen diese Fahrzeuge besitzen werden, als individuelles Ding. Nutzbarkeit wird Nutzung sein.



**Marcel Baunach:**

Auch wenn das Fahrzeug nicht einer Privatperson gehört, kostet es ja trotzdem etwas und der Dienst wird ja entsprechend entweder teurer oder billiger, und dann kommt noch der Faktor Optik oder Aussehen dazu. Also da haben wahrscheinlich zehn verschiedene Personen zwölf verschiedene Meinungen. Aber ob die jetzt wirklich aussehen müssen, als wären sie besonders freundliche Maschinen, also für mich als Techniker ist es irrelevant, es ist eine Maschine.



Ob die jetzt irgendwie aussieht wie ein klassisches Auto oder wie ein Ei, ich weiß ja, dass die autonom oder teilautonom ist, und die Gefahr, die von ihr ausgeht, ist die gleiche. Außerdem glaube ich an dieser Stelle auch, wenn in Zukunft solche Fahrzeuge tatsächlich verkauft werden, dass man dann da



zwischen wahnsinnig vielen verschiedenen Erscheinungsformen wählen können wird. Und ich glaube, ich hoffe ja um Gottes willen, dass es nicht bei diesem Ei bleibt.

### **Fragestellende Person Nr. 7:**

A

Ich habe eine Frage oder ich sehe einen Konflikt bezüglich der Akzeptanz und der Moral. Sie haben ja vorhin eine Statistik gehabt, wo Personen befragt wurden zu kritischen Situationen, wo es um „Weichenstellung“ geht. Und was ich da aus der Statistik richtig verstanden habe, ist, dass es meist zufällig passiert oder wenn ich praktisch eine unterschiedliche Anzahl von betroffenen Personen habe.

A

Das heißt, ich entscheide mich im Endeffekt für das kleinere Übel, das heißt, wo weniger Personen betroffen sind, das heißt, verletzt oder getötet werden. Jetzt frage ich mich für das autonome Fahrzeug, wenn ich mich in ein autonomes Fahrzeug reinsetze, dann bin ich ja Teil dieses Systems und auch mein Leben wird im Endeffekt gezählt. Wie bewertet das System das – ich weiß es nicht, das soll man ja nicht bewerten, laut den Bestimmungen. Aber ich setze mich dann diesem System aus und das heißt im Endeffekt, wenn eine gewisse Situation auftritt, wo ich dann das kleinere Übel bin, dann könnte ja das Fahrzeug sich selbst opfern.

A

Dann frage ich mich, ob so ein System Akzeptanz finden kann, wo ich weiß, wenn ich mich reinsetze, dass ich im Endeffekt auf der Strecke bleiben kann. Weil das entspricht ja ganz und gar nicht der natürlichen Moral eines Menschen, der doch alles Mögliche unternimmt, um sein eigenes Überleben zu sichern.

### **Torsten Fleischer:**

A

Was ist die natürliche Moral? Das war jetzt ein bisschen eine gemeine Replik. Die Sache ist, glaube ich, komplizierter. Zum einen noch mal zurück zu dem Experiment. Das hat einen

Hintergrund, den ich wegen der Kürze der Zeit nicht erklären konnte. Wenn wir mit Prozessen konfrontiert sind, in denen jemand etwas passiert, was wir für nicht richtig erachten, haben wir unterschiedliche kognitive Prozesse, damit umzugehen.

Das eine ist erst mal, wir haben eine intuitive Position dazu und eine moralische Intuition, dass das richtig oder falsch ist. Die haben wir ganz oft, weil wir gar nicht weiter darüber nachdenken. Sie beobachten etwas, sehen beispielsweise, wie eine Mutter ihr Kind schlägt, und Ihre moralische Intuition sagt, das ist falsch. Aber es gibt Situationen, wo man dann beim zweiten Mal nachdenkt und merkt, unsere moralische Intuition führt uns in die Irre.

A

Wenn man systematischer, strukturierter, in Kenntnis aller Umstände darüber nachdenkt, merkt man, dass die moralische Intuition einem ein Schnippchen gespielt hat. So machen wir das. Und das ist eine relativ komplizierte Konstellation, die uns bei der Beobachtung solcher Situationen auch begegnet, natürlich auch bei der Verwertung von Unfällen und Unfallfolgen begegnen wird. Wir haben im Alltag immer wieder Situationen, wo wir sehen, okay, das, was da passiert ist, darf nicht sein.

A

Das automatisierte Fahrzeug darf den Menschen nicht überfahren. Wäre vielleicht eine Intuition, die plausibel ist. Nachdem wir aber alle Umstände zur Kenntnis genommen haben, in denen das passiert ist, würden wir von dieser Intuition auch wieder abrücken. Was uns an dem Experiment nun interessiert hat, ist, was sozusagen erst mal nur die Intuitionen von Leuten sind, die gar nicht mehr wissen als das. Es hat gezeigt, dass die Zahlen unter den Probanden weit auseinandergehen. Wir finden unterschiedliche moralische Intuitionen für die Bewertung solcher Situationen. Was aber die Konsequenz draus ist, ist, wir brauchen Routinen, die es einer Gesellschaft ermöglichen, mit diesen unterschiedlichen

A

Intuitionen umzugehen, und müssen gleichzeitig eine stabile gesellschaftliche Konstellation finden, wie wir uns zu dieser Technik verhalten.

**G**  
**A** Das ist die anspruchsvolle Aufgabe. Dafür haben wir unterschiedliche Instrumentarien, die härteste, hatten wir vorhin auch schon angesprochen, ist das Recht. Das machen wir dann manchmal. Gerade wenn wir schwierige moralische Entscheidungen haben, kann das Recht auch eine Entlastung sein. Das klingt jetzt sehr abstrakt, aber denken Sie mal an diese große Kontroverse um Präimplantationsdiagnostik, wo wir dann am Ende ganz unterschiedliche moralische Positionen in einer Position verrechtlicht haben, jedenfalls in Deutschland, wo wir aber andere Entscheidungen auch offengelassen haben, weil wir sie nicht verrechtlicht haben – und zwar bewusst nicht verrechtlicht. Die tatsächliche prozedurale Frage ist: Wie gehen wir denn mit solchen Situationen am Ende um, als Gesellschaft? Was davon können und wollen wir verrechtlichen und was nicht? Warum sage ich das? Weil wir noch etwas anderes gefunden haben.

**G**  
**A** Wir haben mit den Leuten hinterher geredet, warum sie das so bewertet haben, wie sie das bewertet haben. Und wir haben da zwei unterschiedliche Heuristiken gefunden, die mich bis heute eigentlich umtreiben. Eine große Gruppe hat gesagt, eigentlich brauchen wir ein Gesetzeswerk, ein Regelwerk, das dem Auto sagt, wie es sich verhält. Und wenn das dann mal irgendwie durch das Parlament gegangen ist, müssen sich alle dran halten. Verständlich, ja, so machen wir das oft.

**G**  
**A** Es gab aber eine zweite große Gruppe, die gesagt hat: Eigentlich möchte ich, dass so ein Auto sich in solchen Situationen verhält, wie ich mich verhalten würde. So eine Art moralisches Double meiner Selbst. Was viele spannende Fragen aufwirft. Die erste ist: Weiß ich das eigentlich? Wenn ich so ein bisschen darüber nachdenke, ich wüsste gar

nicht so richtig, wie ich so ein moralisches Double designe. Sie merken, schon wieder spielen uns unsere Intuitionen einen Streich.

Zweitens, was bedeutet das eigentlich dann für die Haftung, wenn das Fahrzeug ein moralisches Double ist? In dem einen Fall, wenn es sozusagen gesetzeskonform ist, bin ich ein Stück weit auch als Person erst mal aus der Verantwortung. Wenn ich ein Fahrzeug als moralisches Double programmieren würde, fiel mir das schwer, diese Verantwortung abzuschieben. Das sind so die spannenden Fragen, die tatsächlich dann im gesellschaftlichen Diskurs unterwegs sind – und ich glaube, bei denen wir alle um Antworten ringen. Ich habe sie auch nicht. Ich schildere Ihnen so ein bisschen die Beobachtung. Das ist eine der Situationen, in der wir stecken. War das eine Antwort auf das, was Sie wissen wollten?



#### **Nochmals fragestellende Person Nr. 7:**

Ja, wie gesagt, wenn hier eine Situation ist, wo ein Unfall nicht vermeidbar ist, dann glaube ich das moralische Double zu sehen. Das hängt natürlich von der Person ab, aber was, glaube ich, niemand machen wird, ist, bewusst seinen eigenen Tod wählen, um einen Unfall zu vermeiden. Ich glaube, das ist nicht natürlich, weil der Mensch einfach versucht, zu überleben.

Das klingt jetzt egoistisch, aber ich glaube, das ist einfach so. Gerade für solche Situationen, finde ich, ist es dann schwierig, irgendeine Wertung zu finden, was jetzt Recht und Unrecht ist bzw. was jetzt eben das Fahrzeug machen soll, was die Bewertung ist, was der bessere Weg ist, der Weg des geringeren Übels.



#### **Torsten Fleischer:**

Da stecken ja Fragen dahinter. Die eine ist: Wären wir eigentlich bereit, eine solche Entscheidung an eine Maschine zu übertragen? Sie haben das bei meinen anderen Daten



gesehen, auch da verhalten sich die Leute unterschiedlich. Einige haben gesagt, die Maschine soll aktiv entscheiden, und die anderen haben eigentlich gesagt, da halten wir die Maschine jetzt raus. In dem Moment, wo das System erkennt, das ist ein Problem, lassen wir es laufen. Im zweiten Fall ist es ja keine maschinelle Entscheidung mehr, dass das Fahrzeug das tragischste Unfallopfer sein könnte. Es ist eine akzeptable Strategie, auch wenn sie dem individuellen Egoismus erst mal widerspricht, aber sie ist heuristisch eine vernünftige, weil das auch ganz oft unserer Alltagserfahrung entspricht.

A

Ja, dass wir es auch als Nutzer und auch als Nutznießer einer solchen risikoanfälligen Technik eben auch nicht komplett können, Opfer ihrer Nutzung zu werden. Aber auch das wissen wir nicht genau im Moment. Das ist eine der unterliegenden Fragen, um die wir ringen. Ich versteh Ihren Impuls, ich wäre auch erst mal sozusagen „überlebensinteressiert“, aber die Situation ist komplexer.

### **Mario Herger:**

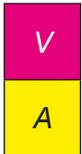
Ich meine, es gibt immer Situationen, wo man eigentlich sogar sein Leben opfert.

A

Also Feuerwehrleute, Soldaten im Krieg, die Kameraden retten. Aber nur da, wie Herr Fleischer schon gesagt hat, liegt die Entscheidung bei mir und nicht bei der Maschine. In diesem Fall liegt die Entscheidung bei der Maschine, dass sie mich opfert. Und das will ich vielleicht nicht, vielleicht kann ich ein moralisches Double machen, das ich einschalte: Okay, heute will ich nicht geopfert werden. Weil ich heute eine wichtige Podiumsdiskussion auf der TU Graz habe. Wäre ein bisschen blöd, wenn ich da umkomme. Aber für mich als Ingenieur würde ich da in die Richtung gehen und fragen: Ist das überhaupt die richtige Frage, über die wir diskutieren? Wen töte ich, links oder rechts oder mich? Die Frage sollte

eigentlich sein: Kann ich das hinbringen, dass ich sage, warum muss ich überhaupt jemanden töten? Wie kann ich überhaupt so eine Situation vermeiden, dass ich in so eine Situation komme? Dann lässt es sich noch einmal diskutieren. Diese Diskussion, die wir hier haben, ist, ob ich eine bessere Entscheidung als Mensch mache, der noch nie dran gedacht hat und dann plötzlich im Sekundenbruchteil entscheiden muss, welche Entscheidung er trifft. Wie gut ist diese Entscheidung versus die eines Fahrzeugs, wo vielleicht Entwickler und Ingenieure, Leute mit Wissen, Jahre hineingesteckt haben in die Entwicklung dieser Algorithmen, um diese Entscheidung zu treffen?

Wem vertraut man mehr? Also, abgesehen jetzt von der ethischen Frage. Wie gehen wir vor, wenn es dieses Regelwerk gar nicht gibt, sondern das Fahrzeug sich durch Maschinenlernen diese Entscheidung selbst beigebracht hat? Wie gehen wir denn damit um, was bedeutet denn das dann für einen Regulator? Bleibt das gleich, weil wenn wir davon ausgehen, dass das Fahrzeug in Zukunft Bestandteil einer Flotte ist und da tausende Fahrzeuge sind, die jeden Tag, jede Stunde, jede Minute lernen, und diese Algorithmen sich ständig ändern, dann kann zwar ein Jahr vorher jemand das so im Sinne gehabt haben, aber letztendlich kommt ein Jahr später etwas völlig anderes heraus. Was bedeutet das in dem Fall für die Haftung etc. und das Nachvollziehen, wie das Fahrzeug zu der Entscheidung gekommen ist? Da kommen wir eigentlich gar nicht mehr hin.



### **Cornelia Lex:**

Ich habe mir für mich selbst die Frage nach der Akzeptanz gestellt. Wie gehe ich damit um? Ich finde einige dieser Aspekte stellen sich schon jetzt, man bewertet sie im Alltag nur ganz anders. Ich bin heute Morgen mit einer Busfahrerin mitgefahren in die Arbeit, dann heute hierher mit der Straßenbahn. Ich kenne die Personen nicht, die das Fahrzeug gelenkt



haben, ich habe mich eigentlich vertrauensvoll in ihre Hände begeben. Die letzten Male, wo ich geflogen bin, ist mit großer Wahrscheinlichkeit das System automatisch gelandet, der Pilot hat es hoffentlich überwacht, aber auch hier habe ich als Insasse eigentlich keine Gewissheit, habe mir aber auch während des Fliegens keine einzige Sekunde diese Frage gestellt. Ich weiß auch, dass diese Technologien versagen können, trotzdem rechne ich nicht jede Sekunde damit, dass dieser Fall auch tatsächlich eintreten wird. Und ich bin auch schon mit einem vollkommen automatisierten System gefahren, allerdings einer U-Bahn, das ist ein bisschen einfacher, ein abgeschlossenes System.

A

Auch da weiß ich, so eine Technik kann versagen, aber ich rechne nicht zu jedem Zeitpunkt damit. Umgekehrt, wenn ich mir vorstelle, also ein Mensch macht einen Fehler, das ist man irgendwie gewohnt, dem gesteht man das eher zu. Wenn jetzt eine Maschine jemanden umbringt, einer Maschine gesteht man das nicht zu, dass sie so einen schwerwiegenden Fehler machen darf. Also da gibt es schon auch eine Diskrepanz in der Wahrnehmung oder eine Einstellung, die sich wahrscheinlich auch mit der Zeit wieder ändern wird oder in eine andere Richtung gehen wird. Ich finde, das macht die Diskussion generell ein bisschen schwierig. Also wir leben ja schon mit Systemen, denen wir vertrauen müssen.

### **Marcel Baunach:**

G

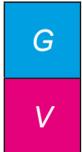
V

A

Ich glaube, es ist eigentlich grundsätzlich ein Problem, dass die Entscheidungen von Maschinen schwer nachvollziehbar sind im Nachhinein. Also klar kann ich einen Algorithmus schreiben, ich kann ihn auch irgendwie, in vielen Fällen, deterministisch schreiben. Aber gerade Algorithmen, die in Regelungssystemen eingesetzt werden, die hängen eben halt dann doch mal von der Umwelt ab, und die kann ich eigentlich in vielen Fällen nicht mehr rekonstruieren. Das heißt, ich weiß gar nicht, wie es zu der Entscheidung gekommen

ist. Wenn da jetzt noch maschinelles Lernen dazukommt und irgendwelche neuronalen Netze und sonst irgendwas aufgebaut werden, da weiß ich ja schon über die Struktur des Systems eigentlich gar nichts. Ich könnt ja nicht mal prädi- zieren, wie es sich verhalten würde, und noch viel weniger kann ich im Nachhinein sagen, warum.

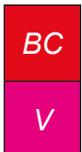
Jetzt ist es aber trotzdem passiert, der Unfall hat stattgefunden, vielleicht ist jemand zu Schaden gekommen. Jetzt wird natürlich eruiert, warum. Das ist ja, wenn ein Mensch einen Fehler macht, genau das Gleiche. Da gibt es dann Sachverständige, die schauen sich das genau und sehr intensiv an. Und diese Sachverständigen, die würden sich in Zukunft dann eben auch die technischen Systeme anschauen. Aber eben mit einer noch größeren Komplexität. Und das ist ein Problem, die Nachvollziehbarkeit fehlt einfach aufgrund der wahnsinnig hohen Komplexität.



Wenn man jetzt trotzdem dann irgendwann mal zu dem Punkt kommt und sagt, so, die Verantwortung liegt in den Händen des Herstellers oder in den Händen des Fahrers, ist es eigentlich egal. Es ist nicht egal, aber angenommen, ich lege sie in die Hände des Fahrers, dann wird man im Nachhinein natürlich trotzdem auf den Hersteller schauen und sagen, klar, der Fahrer hat die Verantwortung übernommen, in dem Moment, wo er das Fahrzeug gezündet hat. Aber schau dir diese Marke an, da passiert ein Unfall nach dem anderen.



Also auch, wenn ich aus rechtlicher Sicht als Hersteller nicht in der Verantwortung bin, muss ich ja trotzdem dafür sorgen, dass alles nachvollziehbar ist, dass es in Zukunft nicht noch mal passiert. Also auch hier muss ich schauen, dass ich den schlechten Ruf, den ich dann bekomme, wieder ausgleiche. Das macht es auch immer schwieriger.



### **Cornelia Lex:**

**G** Ich halt es trotzdem für eine Illusion. Es ist ja auch heute noch nicht möglich, dass man jeden Verkehrsunfall, wo Menschen beteiligt waren, bis ins letzte Detail aufklärt. Eigentlich verlangt man von der Maschine hier sehr, sehr viel mehr, als man das aktuell von menschlichen Fahrern verlangt.

### **Marcel Baunach:**

**A** Ja, das ist, glaube ich, der spannende Punkt und auch eine weitere sehr spannende Forschungsfrage. Wir sind ja alle soziale Wesen und unsere Beziehung untereinander hat auch mit unseren Erfahrungen zu tun, die wir in sozialen Interaktionen machen – wir alle. Dazu gehört eben auch, dass wir relativ gut wissen, dass Menschen einerseits Fehler machen können, für die sie nicht wirklich schuldhaft im eigentlichen Sinne sind. Zum Zweiten, dass wir ein großes Vertrauen dazu haben, dass Menschen in vielen Situationen zu kreativen Problemlösungen fähig sind. Das erklärt auch unter anderem, warum noch ein Pilot drinnen sitzt. Der überwacht im Grunde Technik. Er sitzt aus zwei Gründen noch drinnen, er ist die vertrauensbildende Maßnahme für die Passagiere, weil man davon ausgeht, dass er sich nicht opfern wird. Hat einmal bisher nicht geklappt, aber in der Mehrheit der Fälle klappt es. Und er ist derjenige für den Fall, wenn gar nichts mehr geht, der vielleicht doch noch die letzte zündende Idee hat. Die Frage ist tatsächlich, ob wir es zulassen werden, dass Maschinen diesen gleichen sozialen Status erwerben werden. Das klingt jetzt erst mal wie eine Science-Fiction-Frage, aber ich glaube, für die sozialen Beziehungen mit solchen hochleistungsfähigen Automaten ist es eine sehr zentrale Frage, die übrigens nicht nur das autonome Fahren betrifft, sondern auch andere Formen von Robotik betreffen wird, mit denen wir in irgendeinem sozialen Zusammenhang interagieren werden.

**A** Also beispielsweise auch kooperative Robotik in der Fertigung oder in der Pflege, oder wo wir das alles auch noch andenken.

Welchen sozialen Status werden Automaten in diesen sozialen Netzwerken in Zukunft einnehmen? Das wissen wir nicht, das können wir auch nicht prognostizieren, weil wir es bisher nicht gesehen haben. Wir werden das lernen und wie dieser Lernprozess ausgeht, das weiß, glaube ich, keiner von uns, im Moment. Aber an dem arbeiten wir uns ab, wir alle.

### **Mario Herger:**

Ich weiß noch etwas zum Thema Unfälle mit Todesfolgen. In den USA hat die „New York Times“-Zeitung einmal eine Untersuchung gemacht, in einem Bundesstaat – und ich weiß nicht, ob es New York war, wo sie geschaut haben bei Unfällen mit Todesfolgen, wie viele von diesen dann Schuldsprüche der Fahrer hatten. Da hat sich herausgestellt, dass über 90 Prozent der Fälle gar nicht zu einem Schuldspruch geführt haben. Da kommt natürlich dazu, dass letztendlich das Narrativ des „Gewinners“ hier gewinnt, nämlich der Tote kann nicht mehr sagen, wer schuld war, sondern nur mehr der Fahrer.

G

A

Bei solchen Fahrzeugen kommt noch die Komponente hinzu, dass das ja von Sensoren völlig umgebene Fahrzeuge sind. Deshalb haben wir diese Uber-Daten oder die Tesla-Autopilot-Daten, weil diese Sensoren drinnen sind. Vielleicht wird es für uns sogar leichter, hier zu beweisen, was es ist, und das macht das vielleicht in Zukunft akzeptabler, wenn das System in diesem Fall nicht schuld war.

G

A

### **Marcel Baunach:**

Genau, aber das ist eben die Frage. Was ist überhaupt schuld an einem technischen System? Ein Mensch ist ja ein soziales Wesen, da habe ich einerseits die Möglichkeit, ihm einen Fehler zuzugestehen, ich habe aber andererseits auch die Möglichkeit, Strafe zu verhängen für den Fall, dass sich jemand einfach völlig außerhalb jeder Konvention verhalten hat und eben betrunken durch die rote Ampelphase gefahren ist. Das stimmt genau, ich kann eine Schuld zuweisen.

G

G

Bei einem technischen System ist natürlich die Frage, wenn jetzt der Algorithmus tatsächlich falsch war oder aus irgendeinem Grund ist es doch so implementiert, dass das Fahrzeug abwägt und sagt: So, also eine junge Person sollte eher geschützt werden und eine ältere Person sollte eher überfahren werden, nur als ein Beispiel – und es kommt im Nachhinein heraus. Dann kann ich ja nicht sagen: Du, Auto, du bist schuld, dass das passiert ist, weil du hast bewusst eine Entscheidung getroffen, die wir als Menschen nicht akzeptieren können. Ich meine, jetzt kann ich das zwar sagen, aber es interessiert das Auto ja kein Stück. Also die Frage ist, ich kann ja ein technisches System nicht bestrafen, für den Fall, dass es sich aus unserer Sicht falsch verhalten hat. Das ist auch ein Problem.

### **Mario Herger:**

G

Doch, doch, diese Möglichkeit gibt es. Und zwar, wir haben ja heute juristische Personen, das sind Unternehmen. Einem Unternehmen, das sich falsch verhält, z. B. das Meer mit Öl verschmutzt, kann ich im extremsten Fall die Lizenz entziehen und damit sozusagen ist das die ultimative Strafe, es kann nicht mehr den Zweck erfüllen, für den es gemacht worden ist. Das heißt, mit dem Auto könnte man genauso vorgehen. Das könnte zu dem interessanten juristischen Phänomen führen, dass jedes Auto eine eigene juristische Person wird, das heißt, nicht nur eine Flotte, wo tausend Autos fahren, sondern jedes Auto, weil ja das eine Auto bestraft wird, sozusagen ausgeschaltet wird, eben aus diesem Grund, da sind die 999 anderen auch noch da. Aber ich bin kein Jurist, ich kann dazu nichts sagen.

### **Marcel Baunach:**

G

Ja, aber das ist jetzt, wie wenn ich einen Hund besitze, und ich laufe mit dem Hund durch den Park und der fällt jemanden an und tötet ihn. Dann ist der Hund ja weder ein technisches System noch sozial im Sinne eines Menschen. Wer ist da jetzt eigentlich der Schuldige? Was passiert üblicherweise

mit dem Hund, genau, es kommt darauf an, wo man ist. Also es gibt den Fall, dass der Hund dann einfach auch getötet wird. Das ist so eine Art Strafe für den Hund. Kann man natürlich fragen, ob es tatsächlich eine Strafe ist, denn, wenn er dann erst mal tot ist, ist es ihm auch egal. Aber bei einem Fahrzeug, da habe ich wirklich keinerlei Handlungsspielraum, das ist einfach ein technisches System.

**Mario Herger:**

Da kommen wir zur Frage von Robotern generell. Wenn ich den Roboter daran hindere, dass er seinen Zweck, seinen ursprünglichen Zweck erfüllt. Da kommen wir dann in die Diskussion der Person von Robotern. Haben die Rechte, Pflichten usw.? Dann entziehe ich ihm die Existenzgrundlage und dann ist es eine Bestrafung, auch wenn wir sagen, das ist ja nur ein Roboter. Aber bei Unternehmen ist es genauso, es ist ja nur ein Unternehmen.

G

**Marcel Baunach:**

Aber das empfindet er ja nicht. Das empfindet der Roboter ja nicht.

G

**Mario Herger:**

Er empfindet es nicht, aber die Leute, die ihn eingesetzt haben, die Leute, die von ihm profitieren, also die ihn besitzen, schon. Das ist auch so bei Shareholdern von Unternehmen, die spüren den Schmerz. Es werden natürlich einige bestraft, das sind vielleicht die Vorstände, die hier etwas Illegales gemacht haben. Aber dann wird die Lizenz entzogen, die Betriebsgenehmigung des Unternehmens. Damit kommen wir so in die Richtung, wo wir heute schon eine Rechtsprechung haben, um sie auf solche Dinge anzuwenden.

G

BC

**Marcel Baunach:**

Okay, das heißt, indem ich das Fahrzeug außer Betrieb setze, nachdem so was passiert ist, bestrafe ich quasi den Hersteller.

G

### **Mario Herger:**

G

Nein, ich bestrafe den Besitzer, der es betreibt, der es verwendet, um damit Geld zu machen. Das kann der Hersteller sein oder das kann der Flottenbetreiber sein beispielsweise. Wenn ich dem Taxi-Unternehmen sage, deine Autos haben jetzt etwas gemacht und haben sich illegal verhalten, weil du sie eingeschaltet hast in einer Weise, dass sie jemanden verletzen, dann entziehe ich den Fahrzeugen die Betriebsgenehmigung und dann kann er kein Geld damit verdienen. Das gibt es heute schon.

BC

### **Torsten Fleischer:**

A

Darf ich mal ganz kurz in die Richtung von Frau Lex gehen: Ich glaube, die spannendere Frage oder das, was Sie angesprochen haben, entscheidet sich noch auf einer anderen Ebene. Gerade wenn Sie in den Stadtverkehr gehen, da wird ja ganz viel Soziales verhandelt, was dort passiert im Verkehr. Das ist gar nicht so stark regelbasiert, wir verhandeln dort. Wenn es diese Fahrzeuge mal im Stadtverkehr gibt, insbesondere auch dann, wenn sie mit nicht motorisierten Verkehrsteilnehmern in Interaktion treten, werden die irgendwie auch verhandeln können müssen. Wir wissen, dass technische Apparate, die in solchen Eigenschaften Menschen gleichen, dann auch anthropomorphisiert werden, also, ihnen wird sozusagen eine menschenähnliche Fähigkeit zugeschrieben. Das sind sie nicht, aber ihre Interaktionspartner schreiben ihnen die zu. In zweierlei Hinsicht, sie erwarten etwas, bezogen auf die Leistungsfähigkeit solcher Maschinen, aber sie schreiben ihnen auch menschliche Attribute zu. Das heißt, es entsteht ein soziales Netzwerk zwischen Mensch und Maschine. Auch zwischen solchen Fahrrobotern unter Umständen. Das kann aber die Wahrnehmung von Leistungsfähigkeit oder Nicht-Leistungsfähigkeit, von automatisierten Fahrzeugen im Verkehr ganz erheblich prägen.

Auch in beide Richtungen, ja, sowohl im Hinblick auf die Schuldfrage, aber auch im Hinblick auf die Erwartung von Leistungsfähigkeiten. Das wird insbesondere dann spannend, wenn es echte Level-5-Fahrzeuge sind, die auch in der Lage sind, ohne menschliche Nutzlast sozusagen zu dislozieren. Dann wird es zu einer sehr neuen Frage für uns alle, würde ich sagen – wenn nicht vorher humanoide Roboter unseren Alltag auf eine andere Art und Weise übernommen haben –, dass wir da vielleicht schon Erfahrungen sammeln.

A

G

### **Fragestellende Person Nr. 8:**

Ich würde gern in eine ähnliche Richtung meine Frage an das Podium stellen, und zwar: Wir reden hier von automatisiertem oder autonomem Fahren, das dürfen wir ja noch nicht. Das ist in Testregionen erlaubt, in der Breite ist es noch nicht gegeben. Um bei fragestellender Person Nr. 6 einzuhängen, die sagt, der europäische Zugang ist es quasi aus getesteten Strukturen heraus, sich aufzubauen. Wir wissen, speziell in Europa und auch in Amerika, sicherheitsrelevante Funktionen müssen getestet werden, bevor sie ein Roll-out bekommen.

V

Was denkt ihr? Werden wir quasi Stück für Stück Testvorschriften haben, um dieses autonome Fahren zu ermöglichen, quasi einen europäischen Zugang? Oder glaubt ihr eher daran, dass es einen amerikanischen Zugang gibt? So, wir sind jetzt so viele Millionen Kilometer gefahren, es funktioniert, also erlauben wir es.

V

### **Daniel Watzenig:**

Also ich glaube, Punkt 1, und es passt auch, was du vorhin gesagt hast, zu den drei Beispielen, die alle in kontrollierter Umgebung waren und da ist jetzt egal, ob es Europa oder Amerika ist, das ist ident. Idealerweise müssten wir jetzt diese 600 Fahrzeuge, 60 Firmen, 1800 Testfahrer mal interviewen und fragen, wie die Fahrzeugstände tatsächlich sind.

V

Da kriegt man relativ schnell mit, dass der Software-Stand und der Hardware-Stand im Fahrzeug weit weg von irgendeiner Qualifizierung sind. Die ISO-Norm, die funktionale Sicherheit, gilt ja seit 2011, die ist in keinem der Fahrzeuge irgendwo erfüllt. Dies war die Basis, also ohne eine ISO-konforme Entwicklung kann ich keine Software zulassen, werde ich keine Qualifikation kriegen, weder bei General Motors in Amerika noch bei Daimler in Deutschland noch bei Toyota in Japan.

✓ Diese funktionale Sicherheitsbewertung oder die SOTIF<sup>21</sup> ist für die Fälle gedacht, wo das elektronische System nominal ausfallen kann. Da gibt es ja Perception Layers, also Wahrnehmungsebenen, die False Positives (Anmerkung: System hätte nicht auslösen dürfen, hat aber ausgelöst) und die False Negatives (Anmerkung: System hätte auslösen sollen, hat aber nicht). Das Fahrzeug hat einen Bremsassistenten und in der einen Variante bremst es, obwohl nichts war. Die andere Variante ist: Das Fahrzeug bremst nicht, obwohl etwas da ist. Eines ist schlechter als das andere, beides muss abgesichert werden.

✓ Was machen wir jetzt? Klar, man muss auch jetzt schon ADAS-Systeme, die Kamera basiert sind, absichern und jetzt gibt es ja auch schon die Trial-and-Error-Methode: Deutschland macht auf 400.000 km ein False Positive oder ein False Negative, General Motors geht auf 800.000 km und in Asien geht man auf eine Million zu. Schlussendlich, ohne dass diese Software, also dieser Software Stack, jetzt von Aurora kommt, von Waymo selbst entwickelt ist, von der AID in München oder von Zenuity in Schweden qualifiziert ist, das heißt gemäß den einzelnen Stufen sicherheitskritisch bewertet ist

---

<sup>21</sup> SOTIF = Safety of the Intended Functionality.

(also die elektronische Funktion ist entweder sicherheitsrelevant oder nicht, das muss dementsprechend nachweislich so entwickelt sein), wird es keine Zulassung geben.

Ich glaube, erst dann kann man auch den Schritt gehen und fragen: Ja, welche Szenarien müssen getestet werden? Da gibt es ja auch sehr viele Aktivitäten, egal wo auf der Welt, um Szenarien zu testen, die halt wichtig sind. Aber wenn man es wirklich nur als Ego-Fahrzeug betrachtet, ohne dass die Software funktional sicher entwickelt ist, wird es auch keine Zulassung geben. Da kann man noch so viel testen, noch so viele Meilen runterspielen in Arizona, in Kalifornien, das sind, wie es so schön heißt, Fahrzeuge von Nerds für Nerds oder von Geeks für Geeks, die dann einen gewissen Impact haben werden, aber dementsprechend nicht diese breiten Massen anziehen, die auch kaufen können. Das passt auf das, was vorhin gesagt wurde. Ein Produkt, das nicht verfügbar ist oder nicht erwerbbar ist, hat nahezu keinen Impact. Zurzeit kriegt man vieles über die Medien mit, weiß aber akkurat nicht, wann ich jetzt wirklich ein Fahrzeug kaufen kann. Der Audi 8 mit der Level-3-Funktion war schon kurz vor der Freigabe. Technisch wurde er freigegeben, aber es gab keinen Verband in Deutschland, der tatsächlich die Homologation übernommen hat. Der Audi 8 ist ja natürlich kein Massenfahrzeug, nicht jeder kann sich einen Audi 8 leisten, wo auch nur der Staupilot drauf ist. Daher bin ich auch wirklich überzeugt davon, dass strukturierte Umgebung der logische Schritt ist, wie es beim Flugzeug, bei der Straßenbahn oder bei der U-Bahn ist.

Natürlich kann man jetzt über alles diskutieren, über alle Szenarien, die so auftreten können für Level 5, urban, nicht urban. Ich glaube, der Schritt ist ohne die technische Qualifikation der Software nicht möglich. Die Software ist entscheidend. Die Algorithmen sind genauso wichtig und da kommt dann die Ethik rein, das ist eine andere Thematik. Aber der

Algorithmus, der implementiert ist, der laufen muss, der muss auch im ganzen Software Stack laufen bis runter zum Betriebssystem, das muss funktionieren und abgesichert sein.

V Was die jetzigen Steuergeräte betrifft, wer z. B. NVIDIA verfolgt hat die letzten Jahre, wird auch gemerkt haben, dass es im letzten halben Jahr ziemlich ruhig um die geworden ist. Es gab auch keine Automotive Pressekonferenz diesmal in Las Vegas, jetzt in zwei Wochen ist in San José die GTC, die USA-Konferenz. Bin gespannt, ob es ein Update gibt, was die Hardware und Software für NVIDIA betrifft.

V Aber das große Problem bei NVIDIA ist, dass man keine automotiv Qualifikationskompetenz hat. Im Labcar, im Auto, das so herumfährt, ist das kein Thema, da brauche ich jetzt die Konfiguration und die Temperaturstabilität nicht nachweisen, aber wenn ich das Fahrzeug verkaufen will, egal, ob jetzt in Nordamerika, in Asien oder in Europa, muss es *automotive* qualifizierbar sein.

### Mario Herger:

G  
V  
/ Vielleicht, wenn ich was dazu sagen darf. Ich glaub, wir haben hier etwas fundamental anderes, was wir beschreiben müssen. Wir haben mehr oder weniger die Regulierungen, die Zertifizierungs-, die Zulassungsverfahren für Kutschen heute, wir entwickeln aber das automatisierte Auto. Wir haben also heute die Autos, für die wir die Zulassungsverfahren haben, die Sicherheitseinrichtungen, aber nicht für, glaube ich, autonome Fahrzeuge. Das ist etwas fundamental anderes, das heißt, wir oder die von den Zertifizierungsbehörden haben weder das technische Verständnis, wie KI heute funktioniert, was das bedeutet und wie es entwickelt wird. Damit kann man, glaube ich, nicht die alten Muster auf diese neuen Technologien irgendwie anlegen. Die greifen zu kurz. Wir können es natürlich versuchen, aber das wird nicht helfen. Wie auf der einen Seite entwickeln wir die Kerze weiter und auf der

anderen Seite entwickeln wir die Glühbirne. Da ist eine ganz andere Infrastruktur hinter einer Glühbirne als hinter einer Kerze. Wenn wir uns nicht damit auseinandersetzen und darrangehen, weil das nicht in die alte Struktur reinpasst, dann ist die größere Gefahr, dass wir diesen Anschluss noch stärker verlieren, als wir ihn heute schon verloren haben, dass wir diese Technologie eben nicht in der Wirklichkeit, in der Praxis testen und so weit zurück sind, dass wir nichts mehr zu melden haben und diese Industrie verlieren. Denn in den USA oder in Asien sind die Regulierungsbehörden aktiver dabei, das zu ermöglichen.

Die Industrie, die wir so erfunden haben, die wir auch auf die Straßen gebracht haben. Das ist, glaube ich, hinter den Dingen. Das heißt, wir müssen hier an der Stelle als Ingenieure, als diejenigen, die an der Entwicklung beteiligt sind, auch mit den Regulierungsbehörden arbeiten, das wird ihnen helfen. Und die müssen rangehen und sagen, das ist wirklich fundamental etwas anderes. Das sind vielleicht andere Standards, die können wir heute noch nicht setzen. Wir müssen erst lernen, indem wir die mitbegleiten.

Ein Beispiel war z. B. Waymo hatte die NHTSA, die National Highway Traffic Safety Administration, zu Besuch. Die Administratoren dort hatten gesagt, ein Auto, das eine Vollbremsung einlegt, hat offensichtlich eine Situation falsch eingeschätzt und ist zu schnell unterwegs gewesen und deshalb ist es ein Fehler des Fahrzeuges. Dann sind sie tatsächlich in dem Fahrzeug drinnen, haben diese Mitarbeiter da hinten drinnen sitzen und dann fahren sie und jemand reißt die Seitentür auf und das Auto legt eine Vollbremsung hin. Dann haben sie gesagt, das Auto hat völlig richtig reagiert. Sie hätten das falsch interpretiert, sie hätten das als Fehler des Systems interpretiert, obwohl es sich richtig verhalten hat.



V  
G Da gibt es wahrscheinlich eine ganze Reihe von solchen Situationen, die sich fundamental unterscheiden von den bis zu Level-3-Situationen und da kann man Prüf szenarien machen. Bei Maschinenlernsystemen, da wird es mit den Prüf szenarien schon ganz anders. Da fehlt es auch an Wissen dieser Prüf behörden, weil du heute keine KI-Experten beim TÜV hast. Weil die einfach zu niedrige Gehälter zahlen und die Leute nicht kriegen. Das ist, glaube ich, ein anderer Diskurs, ein bisschen ein anderes Problem, das wir hier haben.

### **Torsten Fleischer:**

V  
G Ich fürchte, das wird ein bisschen auch entschieden werden im Wettbewerb der Rechtssysteme und der Regulierungssysteme. Da haben wir einfach kontinentaleuropäische und angelsächsische unterschiedliche Traditionen. Die klassische kontinentaleuropäische ist, wir kodifizieren solche Dinge sehr stark in Gesetzeswerken. Das ist einerseits anstrengend und langwierig, es entlastet aber auch Innovationsakteure. Weil ein Teil des Haftungsrisikos von ihnen genommen wird. Sowohl als Nutzer als auch als Hersteller, dafür dauert es deutlich länger.

G Und es gibt eine andere Tradition, die übernimmt das Haftungsrisiko nicht in dem Maße. Ihr kriegt relativ viel freie Hand bei der Gestaltung eurer technischen Produkte. Dann aber, wenn was schiefgeht, übernehmt ihr auch die volle Haftung. Und wer in diesem Wettbewerb gewinnt, das weiß ich auch nicht. Aber das ist so ein bisschen, glaube ich, die Konstellation, von der wir reden. Im Moment gibt es den Vorsprung derjenigen, die in diesem System die höhere Dynamik haben, beim Auf-die-Bühne-Stellen der Innovation.

G Ob sie dazu in der Lage sind, das auch ohne nennenswerte Haftungsfolgen zu tun, ist A eine Frage, wie sich das politische System dazu stellt, und B, wie gut sie da drin sind. Im Moment sind sie haftungsfrei gestellt oder weitgehend haftungsfrei

gestellt. Wie lange das noch gut geht, warten wir mal ab. Wenn eine größere Zahl von Fahrzeugen in der Wildnis ist und dann tatsächlich Effekte unterschiedlicher Art zeigt. Wie dann der County Judge von xy entscheidet, werden wir sehen.

**Nochmals fragstellende Person Nr. 8:**

Ich möchte Ihnen absolut zustimmen. Wir müssen Roboter zertifizieren und nicht mehr Autos. Das ist das große Problem.



**Torsten Fleischer:**

Sie meinen zertifizieren? Ich war ja eine Ebene darüber und sage, man kann auch einfach reinexperimentieren und dann schauen, was passiert. Im Zweifelsfall die Innovationsakteure quasi mit einer Haftungsaufgabe belegen ...



**Mario Herger:**

Man kann es ja nicht vorher zertifizieren, man kann das erst nachträglich machen.



**Günter Getzinger:**

Wir kommen jetzt allmählich in die letzte Runde Ihrer Beteiligung. Also falls noch jemandem eine Wortmeldung auf der Zunge liegt, jemand einen Kommentar abgeben möchte oder eine Frage stellen möchte, wäre jetzt der richtige Zeitpunkt. Wenn das nämlich nicht der Fall ist, kommen wir hier in die Resümee-Runde.

Ich ersuche Sie, dass wir das jetzt in umgekehrter Reihenfolge der Anfangsstatements machen, das Gesagte reflektieren oder zumindest einzelne Aspekte auf den Punkt bringen, ein, zwei Thesen in den Raum stellen, um das weitere Denken anzuregen, das weitere Handeln anzuregen – im Hinblick auf unser Thema, das wir, wie Sie ja gesehen haben, doch etwas ausgeweitet haben. Wir haben nicht nur über ethische Aspekte im engen Sinn gesprochen, sondern wie das halt ist mit der Ethik, sie hat mit anderen Bereichen zu tun. Mit

ganz generellen sozialen Effekten, mit Fragen der Akzeptanz und Akzeptabilität.

Wir haben auch über Recht gesprochen als jene Sphäre, die nach einer langen ethischen Diskussion übernimmt, aber, wie gesagt, angereichert durch vieles andere, transformiert über Politik, im engsten Sinn, nämlich Parlamente, politische Parteien, deren Meinungen, deren Positionen dann letztendlich eben in kodifiziertes Recht mündet. Hier wie dort, also egal, welche Seite des großen Teiches, auch in Asien ist ein ähnlicher Prozess natürlich im Laufen. Also ersuche ich Sie jetzt um dieses kurze abschließende Statement. Bitte, Herr Fleischer.

**Torsten Fleischer:**

Ich weiß gar nicht, ob man da schon was Abschließendes sagen kann. Wir haben ja gerade erst angefangen.

**Günter Getzinger:**

Für heute abschließend.

**Torsten Fleischer:**

Wir haben ja grad erst richtig angefangen. Vielleicht ist das auch schon Teil der Pointe. Wir haben grade erst angefangen. Wir haben tatsächlich ein irgendwie neues Phänomen vor uns. Weil wir das erste Mal mit der Situation konfrontiert sind, wo wir anfangen, Maschinen mit einer menschengleichen Leistungsfähigkeit in den Alltag setzen zu wollen, die aber physikalisch in der Lage sind, Menschen massiv zu schädigen. Dafür haben wir eigentlich kein echtes Präjudiz. Dafür haben wir keine Handlungsleitlinien, da müssen wir, glaube ich, alle lernen, damit umzugehen, und da suchen wir, wir als Person, wir als Gesellschaft. Da ist Ethik eine Handlungsleitlinie, die uns da weiterhelfen kann, aber viele andere eben auch: Tradition, Kultur, Rechtssysteme, all dieses.

Das ist ein spannender Prozess, wo wir heute ein bisschen tiefer als nur an der üblichen Oberfläche gekratzt haben, aber man im Idealen einen Diskurs darüber führt. Wir haben auch gelernt, dass wir noch ganz, ganz viele, wirklich auch im Grundsatz offene Fragen zu adressieren haben, bei denen wir nur eine grobe Idee haben. Und vielleicht haben wir die wichtigen Fragen auch noch gar nicht gestellt.

**Marcel Baunach:**

Also ich sehe natürlich auch den riesigen Unterschied in der Herangehensweise. Ich denke manchmal auch, wir sollten einfach viel mehr machen und einfach mal ausprobieren, und das ist aber natürlich jetzt grad im ethischen Kontext schwierig, weil letzten Endes muss man ja dann doch auch die Verantwortung für sein Handeln tragen und es schränkt einen dann an der Stelle halt wieder ein. Weil es geht eben um Maschinen, die tatsächlich sehr, sehr schädlich sein können oder sehr massive Konsequenzen auslösen können.

Was da richtig und was falsch ist, kann ich natürlich auch nicht genau sagen, aber ich denke, unabhängig davon, wie man da vorgeht, jetzt an dieser konkreten Stelle, muss man es auch auf der technischen Ebene noch mal sehen. Konkrete Handlungsanweisungen an die Entwickler sind durchaus sinnvoll, damit sie wissen, an was sie sich überhaupt halten können, wenn sie so was umsetzen. Ist natürlich schwierig, aber das halte ich für sehr wichtig.

**Daniel Watzenig:**

Da stimme ich vollkommen zu, dass wir in vielen Bereichen noch sehr am Anfang stehen und uns die Tragweite noch nicht wirklich bewusst ist. Also Silicon Valley zeigt uns ja vor, man kann autonom fahren, allerdings ist da noch ein weiter Weg zu gehen, bevor wir Fahrzeuge wirklich kaufen können, die wirklich die Zulassung bekommen. Es wäre schön gewesen, wenn dem Audi 8 oder dem Audi allgemein die Zulassung

gelingen wäre, das hätte das Ganze ein Stück weit beschleunigt. Bis jetzt ging es leider schief, dass eine Funktion Level 3 in Serie zu kaufen ist. Ich glaube Audi hat das mal auf unbestimmte Zeit nach hinten geschoben, zumindest nach meinem Wissensstand.

Ein Aspekt, der wirklich relevant für die ganze Thematik ist, wie ihr vorher gesagt habt, dass die Akzeptanz tatsächlich über strukturierte Umgebungen passieren wird. Weil auch wenn man den Kofferraum von einem Waymo Car öffnet, ist da noch sehr viel Technik drinnen. Sie sind so wie die Elektrofahrzeuge vor zehn Jahren. Riesengroße Batterien, man hat so bisschen Bauchweh, wenn man das sieht, dann weiß man auch, dass das Ganze nicht funktional sicher ausgelegt ist, sondern immer noch so ein Prototyp ist, ein Forschungsprototyp, der allerdings gut funktioniert, der viele Meilen schon eingesammelt und eingefahren hat.

Trotzdem ist es nichts, was man so in die Produktionslinie, dem Serienfreigabe-Verantwortlichen rüberschieben und sagen kann, machen wir ein Produkt daraus. Da sind wir noch weit davon entfernt, sowohl in Nordamerika als auch in Asien als auch bei uns. Man sieht es auch bei den neuen Gremien und ich bin da auch reingerutscht in die ISO 21448 SOTIF – Fail Operational, da sitzen auch Kollegen von Waymo drinnen usw. Das ist eine ISO und da kämpft jeder mit dem gleichen Problem. Keiner hat noch eine Idee, wie kriege ich dieses Ding funktional sicher, sodass es einen Schritt weit in die Serienfreigabe kommen kann.

Wenn man jetzt in Europa den Weg mit People Movers oder Shuttles geht, auch die gehen nur in strukturierten Umgebungen. Also ich möchte nicht in einem Navya-Bus sitzen oder in einem Easy Mile, ohne Airbags, ohne Sicherheitsgurte, wenn ich da wirklich in einer unstrukturierten Umgebung von anderen Fahrzeugen mit gleicher Masse getroffen werde.

Die Vorteile von einem Bus fallen natürlich weg, man hat ähnliche Masseverteilung, das heißt, es gehen nur geringe Geschwindigkeiten strukturiert, möglichst keine anderen Fahrzeuge. Das ist ein so ein kleiner, kleiner Tropfen auf den heißen Stein, aber das könnte so ein Schritt vorwärts sein für die Kundenakzeptanz, wo man sich dann auch Schritt für Schritt gewisse, ja, ethische Entscheidungen überlegen kann, in einer kleinen, strukturierten Umgebung.

Die großen Fragen, die wir heute vielleicht gar nicht einmal nur angesprochen haben, die noch offen sind, ob man einen Roboter zertifizieren muss und wie man es angehen kann: Ich glaube, wenn wir in zehn Jahren noch einmal dasitzen, ich glaube, wir werden jetzt nicht mehr eine Welt erleben mit jeder Menge autonomen Fahrzeugen. Wir werden wahrscheinlich diese Fragestellung immer noch diskutieren müssen.

Was wäre, wenn wir auch wirklich sowohl im urbanen Bereich wie auch am Land autonom fahren? Da gebe ich euch noch einmal recht, ihr habt es zwar nicht so bezeichnet, aber das Service, also *Mobility as a Service*, das wird so ein Wegbereiter für die Autonomie sein. Es ist nicht nur das Fahrzeug, das ich kaufe, sondern das Fahrzeug ist eingepackt in meinem Alltag und ein Vorteil. Also ein intermodaler Verkehr, ich komm von A nach B und da fährt von mir aus auch ein autonomes Fahrzeug, ich kriege einen autonomen Shuttle, oder was auch immer. Also das könnten so aus meiner Sicht die Schritte sein, damit wir auch in naher Zukunft, in den nächsten drei bis fünf Jahren auch tatsächlich solche Systeme sehen werden.

**Mario Herger:**

Nun ja, wir sitzen ja hier in einer Runde, wo die meisten an dieser Technologie arbeiten und sie vorwärtsbringen und natürlich auch verstanden haben, dass das unaufhaltbar ist,

und auch die Vorteile sehen, wo man also eine gewisse Technologiefreundlichkeit hat. Allerdings haben wir die breitere Öffentlichkeit, die heute ein anderes Szenario dominiert, und die Gefahr, die ein bisschen ein Rückschlag auf Technologie ist im Sinne, es ist alles furchtbar und schlecht. Wir reden hier auch nicht nur von Daten, die irgendwo aus einem System abgezogen werden, oder was gemacht wird mit diesen Daten, die bei uns erfasst worden sind. Wir haben unter Umständen zwei Tonnen schwere Roboter, die wir nicht in der Wildnis, in der Öffentlichkeit Amok laufen sehen wollen, sondern die sollen den Leuten etwas Positives bringen.

Das heißt, wir sind in der Verantwortung als Ingenieure, dieses Narrativ vielleicht auch etwas mehr wieder unter Kontrolle zu bringen und auch Aufklärungsarbeit zu leisten, was die Vorteile der Technologie sind, wo man Unterstützung braucht, wo man Hilfe von der Gesellschaft, von der Politik, von anderen Wissenschaften benötigt, ja also Geisteswissenschaften etc., die hinzukommen. Die größere Bedrohung ist nämlich dann eine andere Bedrohung, nämlich dass wir die Entwicklung dieser Technologie und wie das Narrativ fortgesetzt wird, Unternehmen aus den USA oder aus China übergeben und wir an der Stelle nichts mehr mitbestimmen und diese Technik nicht weiterentwickeln. Bei einer Industrie, die wir erfunden haben, das erste Auto kam aus dem deutschsprachigen Raum, eine Industrie, die extrem wichtig ist für uns, für unser Selbstverständnis, für unsere Berufe, für das, wie wir uns sehen in der Welt. Das hoffe ich, war auch ein Ergebnis dieser Runde heute.

### **Cornelia Lex:**

Wenn man in einer Runde zusammensitzt, in der Techniker sind, die sich mit automatisiertem Fahren beschäftigen, und irgendjemand lässt so dieses Stichwort Ethik fallen, passiert es sehr oft, da kann man zuschauen, wie die Leute dann alle zusammenzucken. Irgendwie, also mir geht es selbst auch

so, man rechnet schon damit, dass irgendjemand dann dieses Weichensteller-Problem, das wir schon gesehen haben, so als Totschlagargument für jede weitere Diskussion in den Raum wirft und die Diskussionen sind dann auch wirklich sehr schnell beendet. Das war heute Gott sei Dank nicht der Fall. Was so schade dran ist, ist, dass so viele andere Aspekte deswegen übersehen werden. Ich glaube, dass diese ethischen Aspekte deswegen auch viele abschrecken, so auch Techniker, die solche Funktionen entwickeln, weil sie entweder das Gefühl haben, das ist so schwierig, da gibt es eh keine Lösung dafür. Also selbst Leute, die automatisierte Fahrfunktionen entwickeln, denken das oft und denken, dass es an der rechtlichen Einführung scheitern wird.

Umgekehrt gibt es eine zweite Gruppe, die denkt sich, dafür sind wir nicht zuständig, darum sollen sich die Juristen kümmern. Beides ist sehr schade, also beides schränkt auch den Gestaltungsspielraum, den wir Techniker haben, ein. Auch wenn heute sicher nicht alle Herausforderungen des autonomen Fahrens angesprochen worden sind, sind trotzdem sehr viele Aspekte angesprochen worden, die uns auch in den nächsten Jahren beschäftigen werden und über die auch diskutiert gehört.

**Günter Getzinger:**

Vielen Dank für diese abschließenden Statements. Ich weiß nicht, wie es Ihnen geht, ich glaub, wir haben sozusagen die allerersten heftigen Bauchreaktionen hinter uns gelassen. Es war eine durchaus sehr intensive und vielfältige Debatte. Also da ist es natürlich nicht um irgendein Totschlagargument mehr gegangen, das ist alles schon ein bisschen Geschichte und das sollten wir auch wirklich hinter uns lassen.

Die Diskussion war von einem Optimismus getragen, von einem Technikoptimismus im Hinblick auf diese Technologie, aber doch in einem hohen Maß differenziert. Also doch auch

die Herausforderungen sehend, die uns umgeben, als entwickelnde Ingenieurinnen und Ingenieure. Ich glaube, dass wir uns auf diese Debatte durchaus selbstbewusst einlassen sollten, dass wir uns auch kräftigen sollten, uns informieren sollten, begleitend weiterhin informieren sollten. Vieles ist angedeutet worden hier, wie gesagt, auch durchaus da und dort in die Tiefe gehend. Ich glaub, das wird uns begleiten in den nächsten 10, 20 Jahren, wenn diese Technologie sich weiterentwickelt, von uns weiterentwickelt wird.

Wir sind also gut beraten, uns hier nicht womöglich ängstlich zurückzuziehen oder mit Verweis auf die gesellschaftliche Arbeitsteilung uns hier zurückzuziehen und nobel zurückzuhalten und womöglich hinter vorgehaltener Hand dann über diese anderen Akteure in der Gesellschaft zu schimpfen, sondern sich eben auf diesen Marktplatz, auf diese *Agora*, wenn man so will, ins „Parlament“ zu begeben. Das ist in einer Demokratie wirklich mehr als dieses eine Gebäude am Ring in Wien, in Österreich, beispielsweise.

Also wie gesagt, ich glaube, diese Leidenschaft ist durchaus auch hier vorhanden. Ich glaube, wir sollten sie mitnehmen in unseren Alltag als Technikerinnen und als Techniker.

## Legende

- A** Akzeptanz und Vertrauen in Fahrfunktionen durch Nutzer\*innen, Gesellschaftliche Wahrnehmung der Fahrsicherheit, Arten von Akzeptanz: Nutzung – Kauf – von Dritten, Akzeptanz zur Bereitstellung persönlicher Daten
- BC** Business Cases, Kundennutzen, mögliche Verwendungen durch Anwender\*innen
- G** Haftung, Schuldfrage, Rolle und Einfluss durch Gesetzgebung, weltweit unterschiedliche Gesetzgebungen, Regularien und Zulassung für automatisierte Fahrfunktionen
- I** Rolle der Infrastruktur, Straßeninfrastruktur, unterschiedliche Herausforderungen Stadt/Autobahn/über Land
- L** Kategorisierung von Automatisierungsgraden, SAE-Levels
- Opt** Opting, Opting-in, Opting-out
- S** Sensorik, elektronische Systeme
- V** Validieren, Testen und Absichern von autonomen Fahrfunktionen, Kriterien für Zulassung zu Fahrzeugtests auf öffentlichen Straßen, Testregionen, Testzentren, verschiedene Entwicklungskulturen
- v2x** Vehicle-2-x-Kommunikation (Vehicle-2-Vehicle, Vehicle-2-Infrastructure ...), Konnektivität
- ÜP** Übergangsphase mit Mischverkehr, inhomogener Verkehr zwischen autonomen und menschlich gelenkten Fahrzeugen, Mischverkehr von verschiedenen Systemständen bei autonomen Fahrzeugen, Problematik der Übernahmeaufforderung für Fahrer\*in bei Level 3



## Kurzbiografien der Expert\*innen

**Marcel Baunach** ist Professor für Embedded Automotive Systems am Institut für Technische Informatik der TU Graz. Mit Expertise zu drahtlosen Sensor/Aktuator-Netzwerken und als ehemaliger Leiter der Hardwareentwicklung im Bereich Automotive Diagnostics forscht er an kompositionellem Hardware/Software-Codesign mit Fokus auf Echtzeitbetriebssysteme, Prozessorarchitekturen und selbstorganisierende Drahtloskommunikation in hochzuverlässigen eingebetteten Systemen für zukünftige Fahrzeuge, das Internet der Dinge etc.



**Torsten Fleischer** hat sich nach einem Physikstudium für die Forschung und Politikberatung zu Prozessen technischen Wandels und deren Wechselwirkung mit gesellschaftlichen Veränderungen entschieden. Er ist heute Leiter des Forschungsbereichs „Innovationsprozesse und Technikfolgen“ am Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS) des KIT. Im Rahmen mehrerer dort angesiedelter Forschungsprojekte beschäftigt er sich aktuell auch mit den Möglichkeitsbedingungen und Folgen automatisierten Fahrens.





**Mario Herger** lebt seit 2001 im Silicon Valley und war 15 Jahre Softwareentwickler, Entwicklungsleiter und Innovationsstrategie bei SAP. Seit 2013 forscht er als Selbstständiger nach Technologietrends, schreibt Bücher dazu und berät Unternehmen zu Technologietrends, Innovation, Silicon Valley Mindset und Foresight Mindset. Viel beachtet wurde sein 2017 erschienenes Buch „Der letzte Führerscheinneuling ... ist bereits geboren. Wie Google, Tesla, Apple, Uber & Co unsere automobile Gesellschaft verändern und Arbeitsplätze vernichten. Und warum das gut so ist“. Im Februar 2020 erschien sein Buch „Wenn Affen von Affen lernen. Wie künstliche Intelligenz uns erst richtig zum Menschen macht“.



**Cornelia Lex** studierte Maschinenbau und ist heute Assistenzprofessorin am Institut für Fahrzeugtechnik (FTG) der TU Graz. Dort forscht sie im Bereich der Fahrdynamik, insbesondere an der Reifen-Fahrbahn-Interaktion in Simulation und Experiment sowie im Bereich der Auswirkungen auf das automatisierte Fahren. Forschungsthemen umfassen u. a. Fahrzustandsschätzung, Reifenmodellierung und auch die Untersuchung subjektiver Eindrücke von automatisierten Fahrfunktionen durch Probanden. Sie leitet den Arbeitsbereich „Querdynamik und Reifen“ sowie den Werkstättenbereich des Instituts mit dem Fahrwerks- und Bremsenprüfstand, Messtechnik und den Versuchsfahrzeugen des Instituts.

**Daniel Watzenig** ist seit 2018 Universitätsprofessor für automatisiertes Fahren am Institut für Regelungs- und Automatisierungstechnik der TU Graz. Zudem leitet er den Elektronikforschungsbereich am Virtual Vehicle Research Center (COMET Zentrum für Digital Mobility). Er beschäftigt sich in unterschiedlichen nationalen und internationalen Projekten mit der Erhöhung der Sicherheit und Zuverlässigkeit von hoch- und vollautomatisierten Fahrzeugen.





## Kurzbiografien der Herausgeber\*innen

**Günter Getzinger** studierte Chemieingenieurwesen, Philosophie und Sozialwissenschaften. Er war Mitbegründer des Standorts Graz des Instituts für Technik- und Wissenschaftsforschung der Alpen-Adria-Universität Klagenfurt. Seit 2018 leitet er die Science, Technology and Society Unit an der TU Graz, wo er zu Fragen der Technikethik, Technikfolgenabschätzung und Nachhaltigkeit forscht und lehrt. Er ist stellvertretender Vorsitzender des Nachhaltigkeitsbeirats der TU Graz und Leiter des Projekts „Klimaneutrale TU Graz 2030“.



**Cornelia Lex** studierte Maschinenbau und ist heute Assistenzprofessorin am Institut für Fahrzeugtechnik (FTG) der TU Graz. Dort forscht sie im Bereich der Fahrdynamik, insbesondere an der Reifen-Fahrbahn-Interaktion in Simulation und Experiment sowie im Bereich der Auswirkungen auf das automatisierte Fahren. Forschungsthemen umfassen u. a. Fahrzustandsschätzung, Reifenmodellierung und auch die Untersuchung subjektiver Eindrücke von automatisierten Fahrfunktionen durch Proband\*innen. Sie leitet den Arbeitsbereich „Querdyamik und Reifen“ sowie den Werkstättenbereich des Instituts mit Fahrwerks- und Bremsenprüfstand, der Messtechnik und den Versuchsfahrzeugen des Instituts.





**Armanda Pilinger** ist seit 2004 im Büro für Gleichstellung und Frauenförderung der TU Graz tätig. Seit 2012 ist sie maßgeblich für die Entwicklung und Umsetzung von Gender- und Diversitätsmainstreaming-Maßnahmen verantwortlich. Ihr Hauptfokus liegt auf der Sensibilisierung und Bewusstseinsbildung aller TU Graz Angehörigen – von Studierenden bis Mitarbeitenden. Lehrgänge, Vorträge, Workshops, Informationsmaterialien und Wettbewerbe sollen zu einem egalitären, offenen und inklusiven Klima an der TU Graz beitragen, damit alle ihre Potenziale entfalten und einbringen können.

