

# Hybride Kontrolle

## Technostrukturen, Risiko und Vertrauen in der Betaphase

---

*Cordula Kopp*

Erstaunlich sicher, ruhig und zielsicher bewegt sich ein kleines Fahrzeug in der Größe ferngesteuerter Spielzeugautos durch die Beine der vielen Messebesucher. Geschickt umfährt es die Stände der »Autonomous Vehicle Technology Expo« in Stuttgart, hält gelegentlich an, weicht menschlichen und nicht-menschlichen Hindernissen aus, verfolgt scheinbar seinen eigenen Plan. Die Messebesucher:innen drehen sich um, kommentieren das vermeintlich selbstfahrende Fahrzeug und seine erstaunlichen Fähigkeiten, schenken ihm aber nicht allzu viel Aufmerksamkeit. Dass sich ein Fahrzeug autonom durch die Besuchermenge bewegt, deckt sich mit ihrer Einschätzung der technischen Entwicklung. Ein Prototyp in Spielzeuggröße gehört zum Erwartbaren auf der Messe. Überraschung macht sich erst breit, als erkennbar wird, dass das kleine Auto mitnichten selbst fährt, sondern vom Vertreter eines internationalen Technologieanbieters ferngesteuert wird, der seinerseits geschickt für die kollisionsfreie Fahrt sorgt und die Wege wählt. Nun wendet sich die Diskussion an den Kaffeetischen lebhaft den ethischen Implikationen der berühmten »Trolley-Problematik« zu, also den vermeintlich an autonome Fahrzeuge zu delegierenden Entscheidungs dilemmata über hypothetische Kollisionen mit beispielsweise entweder Fahrradfahrer:innen auf der richtigen Spur, Fußgänger:innen, die die Verkehrsregeln missachten, oder aber zu Lasten der Fahrzeuginsassen.

Die kleine Episode, beobachtet im Mai 2018, macht vieles deutlich: Die technologische Entwicklung und Durchsetzung selbstfahrender Fahrzeuge gilt als absehbar und unvermeidlich. Zugleich folgt die öffentliche Debatte einer technozentrischen Wahrnehmung, die von Entwicklungsoptimismus und einem einseitigen Fokus auf PKWs sowie der grundsätzlichen Annahme

geprägt ist, die Zukunft der Mobilität werde von algorithmischen Steuerungskapazitäten bestimmt. Demgegenüber erhalten Überlegungen zur politischen und gesellschaftlichen Gestaltung zukünftiger Mobilitätssysteme und Fragen ihrer notwendigen Anpassung an den Klimawandel nur geringe Aufmerksamkeit. Wie eine verantwortliche Steuerung autonomer Autos gestaltet werden kann – die unumgängliche Kernfrage im Umgang mit Konstellationen hybrider Kontrolle – wird als eine technische Angelegenheit betrachtet. Das autonome Fahren erscheint – obwohl die Technologie als »revolutionär« gilt – als eine Verlängerung der Gegenwart in die Zukunft. Medial wird vor allem die Machbarkeit diskutiert, während die Folgen und Risiken seiner Entwicklung für den öffentlichen Verkehr, für Siedlungs-, Stadt- und Umweltentwicklung nur wenige beschäftigen.<sup>1</sup>

Anders in der Bevölkerung: Seit den medial viel beachteten Unfällen autonomer Fahrzeuge in den USA ist die Skepsis eher gewachsen. Dabei hat die deutsche Bevölkerung weniger die Unfallrisiken auf der Straße im Blick als jene, die im Zusammenhang mit der digitalen Steuerung stehen. Ihre Sorge gilt vor allem Datenschutzproblemen, gefolgt von Befürchtungen zu Systemausfällen und Cyberattacken.<sup>2</sup> Die Risikowahrnehmung folgt dabei den bekannten Mustern: Als riskant werden vor allem Technologien beurteilt, deren individueller Nutzen als gering wahrgenommen wird und umgekehrt. Während sich die Medien und die 2016 eingesetzte Ethik-Kommission »Autonomes und Vernetztes Fahren« (BMVI 2017) vor allem mit den ethischen Problemen maschineller Entscheidungen über Leben und Tod beschäftigen, konzentriert sich die Risikowahrnehmung in der Bevölkerung auf die nicht-gewünschten Folgen einer weitergehenden Digitalisierung und Automatisierung. Da sie sich noch nicht als Nutzer:innen der neuen Technologien sehen, geht es ihnen weniger um die einzelnen technischen Artefakte als um die Chancen und Risiken des Technologiewandels insgesamt. Dieser steht auch im Zentrum meiner Überlegungen zur gesellschaftlichen Einbettung des autonomen

<sup>1</sup> Bormann, René et al.: Die Zukunft der deutschen Automobilindustrie. Transformation by Disaster or by Design? Bonn: Friedrich Ebert Stiftung 2018; Canzler, Weert/Knie, Andreas/Ruhrort, Lisa: Autonome Flotten. Mehr Mobilität mit weniger Fahrzeugen, München: oekom 2020; <https://www.agora-verkehrswende.de/vom 12.3.2021>; vgl. auch den Beitrag von Julia Bee in diesem Band.

<sup>2</sup> Hampel, Jürgen/Kropp, Cordula/Zwick, Michael: »Zur gesellschaftlichen Wahrnehmung des voll autonomen Fahrens und seiner nachhaltigkeitsbezogenen Implikationen«, in: TaTup Zeitschrift für Technikfolgenabschätzung in Theorie und Praxis 27/2 (2018), S. 38-45, hier S. 41.

Fahrens mit einem Fokus auf Vertrauen, Risiko und Verantwortung. Welche Überlegungen, welche Erwartungen, Hoffnungen und Ängste treiben die Entwicklungen zu autonomer Mobilität in Deutschland, einem Land, in dem die Autoindustrie eine zentrale Rolle für Wirtschaft und Beschäftigung spielt. Und insbesondere: Wie werden die neuen Konstellationen verteilter Kontrolle und die mit ihnen einhergehenden Risiken in publizierten Zukunftsvisionen thematisiert und beurteilt? Und wie geht die moderne Gesellschaft mit der Herausforderung verteilter, teil-automatisierter Verantwortungszurechnung um?

Im ersten Abschnitt erläutere ich dafür die möglichen Veränderungen der Technostruktur durch autonomes Fahren in »geteilter Kontrolle«. Im zweiten wird die »Technostruktur der Automobilität« im Rückgriff auf techniksoziologische Überlegungen konzeptionell eingeordnet und ihre Wirkung auf die Entwicklung des autonomen Fahrens im Rahmen einer Analyse von Positions-papieren aus den Jahren 2015 bis 2017 erkundet. Der dritte Abschnitt beleuchtet den Umgang mit Technikvertrauen und -verantwortung in der modernen Gesellschaft und dessen soziologische Bewertung. Im Ergebnis muss eingeraumt werden, dass der technisch definierte »Fortschritt« (erneut) von einer Verantwortungsfiktion flankiert wird, die bislang ohne organisatorische Entsprechung auskommt und die großen Fragen umgeht, wie die gegenwärtigen Technologiepfade an die absehbaren Klima- und Umweltkatastrophen angepasst werden können.

## 1. Kontinuitäten und Diskontinuitäten in der Verkehrsentwicklung

Auch wenn sich angesichts vieler offener Gestaltungsfragen noch wenig Belastbares über den autonomen Verkehr der Zukunft sagen lässt und ein erster Höhepunkt der Euphorie überschritten scheint<sup>3</sup>, ist doch absehbar, dass dessen Entwicklung, Erprobung und schließlich flächendeckende Einführung in vielen Punkten früheren Infrastrukturprojekten gleichen wird und insbesondere der Motorisierung des Verkehrs im letzten Jahrhundert. Wieder werden

---

3 Dangschat, Jens S.: »Automatisierter Verkehr – Was kommt da auf uns zu?«, in: Zeitschrift für Politikwissenschaften 27 (2017), S. 493-507; Fleischer, Torsten/Schippl, Jens: »Automatisiertes Fahren. Fluch oder Segen für nachhaltige Mobilität«, in: TaTup Zeitschrift für Technikfolgenabschätzung in Theorie und Praxis 27/2 (2018), S. 11-15; W. Canzler et al.: Autonome Flotten.

im Namen des technischen Fortschritts zukünftige Entlastungs- und Effizienzpotenziale versprochen und eine Verbesserung der Teilhabemöglichkeiten in Aussicht gestellt. Durch autonomen Verkehr, so die heutigen Darstellungen, werde eine höhere Verkehrsdichte auf den Straßen, mehr Flexibilität im öffentlichen Verkehr und eine Inklusion von Menschen ohne Fahrerlaubnis möglich; zugleich werden sinkende Unfallzahlen und geringerer Ressourcenbedarf prognostiziert.<sup>4</sup> Diskutiert wird auch, dass immer mehr Menschen auf ein eigenes Auto verzichten und stattdessen über ihre Smartphones ein verfügbares Fahrzeug rufen könnten (*vehicle-on-demand*), um sich, streckenweise gemeinsam mit anderen (*ride sharing*), zur Arbeit oder zu Einkaufsstätten bringen zu lassen, ohne dort parken zu müssen. Erwartbar ist schließlich, dass – wie schon in der Vergangenheit – die gewonnenen Freiheiten durch neue Zwänge im Gefolge der Technisierung wieder aufgezehrt werden. Zudem bleiben die heutigen Szenarien in den bestehenden Denk- und Wahrnehmungsmustern verhaftet, wie schon frühere Visionen selbstfahrenden Fahrzeuge in den damaligen Sinnstrukturen.<sup>5</sup>

Demgegenüber wären für die Zukunft einer von Algorithmen geprägten Gesellschaft auch völlig neuartige »Mobilitätslösungen« mit weitreichenden Veränderungen vorstellbar, etwa die umfassende und durchdringende (»pervasive«) Einbettung von Datenstrukturen in alle Lebensbereiche, die bis hin zu einer kalkulierten Zuteilung von Bewegungsrechten im Umgang mit Resourcenkriegen »after the car«<sup>6</sup> führen könnte. Kritiker befürchten zudem, dass es zu einer Neuauflage der Planung autogerechter, nun aber auch automatisierungsgerechter Städte und Verkehrswege kommt, da die Technologie eine »Maschinenlesbarkeit« sowohl der Verkehrsumwelten als auch der weiteren Verkehrsteilnehmer:innen erfordere.<sup>7</sup> Wieder einmal, so kann mit Jain

---

4 Maurer, Markus/Gerdes, Christian J./Lenz, Barbara et al.: Autonomes Fahren. Technische, rechtliche und gesellschaftliche Aspekte, Berlin/Heidelberg: Springer Vieweg 2015; J. Dangschat: »Automatisierter Verkehr«

5 Kröger, Fabian: »Das automatisierte Fahren im gesellschaftlichen und kulturwissenschaftlichen Kontext«, in: Markus Maurer/Christian J. Gerdes/Barbara Lenz et al. (Hg.): Autonomes Fahren. Technische, rechtliche und gesellschaftliche Aspekte, Berlin/Heidelberg: Springer Vieweg 2015, S. 41-68.

6 K. Dennis/J. Urry: After the Car. Cambridge: Polity Press 2009.

7 J. Dangschat: »Automatisierter Verkehr«, S. 501; Stilgoe, Jack: »Seeing like a Tesla. How can we anticipate self-driving worlds?«, in: Glocalism: Journal of Culture, Politics and Innovation 3 (2017), S. 1-20.

(2004) konstatiert werden, finden in der zukunftsorientierten Verkehrsplanung die nicht-motorisierten Verkehrsteilnehmer:innen nicht die notwendige und angemessene Berücksichtigung. Wie schon durch die Motorisierung des Verkehrs wird es Gewinner und Verlierer geben, auch neue Standards, Erwartungsmuster und Selbstverständlichkeiten bezüglich der Erreichbarkeit, Zeitplanung, Lebens-, Siedlungs- und Freizeitformen und der übergeordneten Steuerung des Personen-, Güter- und Datenverkehrs. Auch bei der Automatisierung des Verkehrs werden die möglichen Komfortgewinne und technischen Zwänge sozial und räumlich ungleich verteilt sein, sodass Angeschlossene hier und Abgehängte dort daraus hervorgehen. Selbst das Gendering der neuen Technologien verläuft in bekannten Bahnen: Während bei Youtube und in der Werbung der schnittige Mercedes F 015, »Luxury in Motion«, als maskulines Gefährt seinen vielbeschäftigten Insassen mit hoher Geschwindigkeit durch utopische Stadtlandschaften ins Office fährt, verhilft das eiförmige Google Car mit 20 Meilen pro Stunde Älteren, Kindern und Frauen ohne Fahrerlaubnis an ihre Vorortziele zu kommen.<sup>8</sup>

Zu den erwartbaren Kontinuitäten gehören insofern die weitere Verbreitung und Vertiefung des Pfades hin zu mehr individueller Mobilität, deren gesellschaftliche Rahmenbedingungen und ökologischen Kosten trotz drohender Klimakatastrophe ausgeblendet bleiben. Unverdrossen lassen sich in Deutschland Politikerinnen und Politiker mit den Ikonen des motorisierten Fortschritts ablichten und kommen gerne den Wünschen nach Förderung der notwendigen Investitionen und Infrastrukturen nach. Ohne die Technologiefolgen schon abschätzen zu können, haben sie die rechtlichen Rahmenbedingungen der Automatisierung des Fahrens vorauselend geschaffen. Die Ansiedlung von Testflächen und Megafactories schreitet von der Hoffnung getrieben voran, als Gewinner aus dem Automatisierungswettbewerb hervorzugehen. Wie aber sieht die neue Technologie aus und welche Komponenten müssen für ihre erfolgreiche Etablierung im Verkehrssystem verändert werden?

Die sichtbarste Veränderung betrifft den 1968 in Wien von der UN-Kommission im internationalen »Übereinkommen für den Straßenverkehr« (*Convention of Road Traffic*) ausgehandelten Fahrzeugführerstatus. Bisher musste in den 74 ratifizierenden Staaten jeder Fahrzeugführer sein Fahrzeug

---

<sup>8</sup> Manderscheid, Katharina: »From the Auto-mobile to the Driven Subject? Discursive Assertions of Mobility Futures«, in: Transfers – Interdisciplinary Journal of Mobility Studies 8 (2018), S. 24-43.

stets beherrschen.<sup>9</sup> Um dies auch für automatisiertes Fahren rechtsgültig zu machen, lässt die im März 2016 in Deutschland in Kraft getretene Änderung des Übereinkommens Fahrerassistenzsysteme und automatisierte Fahrfunktionen zu, sofern die Fahrerin oder der Fahrer diese jederzeit übersteuern oder abschalten kann. Ohne Ausnahmegenehmigung betrifft diese Zulassung heute Automatisierungsgrade bis zur Stufe 3 (hochautomatisiert). Im Folgenden geht es vor allem um die Vollautomatisierung auf Level 4 (vollautomatisiert) und 5 (fahrerlos). Während Assistenzsysteme auf den unteren Automatisierungsstufen die Fahrenden teilweise bzw. unter spezifischen Bedingungen unterstützen, letztere aber die Fahrzeugumwelt selbst beobachten (müssen), übernehmen auf den Stufen 4 und 5 Multi-Sensor-Systeme und eine Bildauswertung in Echtzeit diese Beobachtung und die weitestgehend vollautomatische Lenkung zusammen mit der Routenauswahl mithilfe von Navigationssystemen.

Auf den Automatisierungsstufen 4 und 5 ergibt sich also eine Situation »geteilter Kontrolle« (*shared control*), in der Sensorsysteme, Soft- und Hardwaresysteme und gegebenenfalls intervenierende Insassen (Menschen) die Fahrzeugführung gemeinsam übernehmen: Mithilfe einer Reihe von Sensoren, Kameras und Laserscannern werden dabei Daten generiert, mit gespeicherten Umgebungskarten, GPS und *car-to-car-* sowie *vehicle-to-infrastructure*-Informationen abgeglichen und per Software mit Fahrzeuginformationen verknüpft, um ein Echtzeit-Abbild der Verkehrssituation zu berechnen. Beispielsweise erzeugen auf dem Dach vieler autonomer Fahrzeuge montierte, rotierende Lidar-Sensoren ein 360-Grad-3D-Modell der Umgebung und bestimmen über die Messung des vom Objekt zurückgestreuten Lichts auch die Geschwindigkeit bzw. die verbleibende Zeit bis zu einer möglichen Kollision (*time-to-contact; TTC*). Die automatisierte Umweltbeobachtung besteht also darin, dass selbstfahrende Fahrzeuge Daten aus verschiedensten Positionen sammeln, diese per Bildverarbeitungssoftware auswerten, mit bereits vorhandenen Umgebungsinformationen (bspw. zu Lichtsignalanlagen, Straßenklassen, benachbarten Schulen) verknüpfen und nach programmierten Objekthierarchien ordnen (etwa beweglich-unbeweglich, menschlich-nichtmenschlich), um mithilfe von Steuerungseinheiten

---

<sup>9</sup> »Every driver shall at all times be able to control his vehicle or to guide his animals« (Art. 8, Abs.5) bzw. »Every driver of a vehicle shall in all circumstances have his vehicle under control so as to be able to exercise due and proper care and to be at all times in a position to perform all manœuvres required of him« (Art. 13, Abs.1).

mögliche »Konfliktsituationen« zu kalkulieren und entsprechende Steuerbefehle an Fahrzeugkomponenten zu senden (Lenkung, Bremsanlage oder Motorsteuerung). Die Information wird zudem gespeichert und mit jeder weiteren Fahrt kontinuierlich angereichert. Die »intelligenten Systeme« sind dabei hochgradig von detaillierten und aktualisierten Umgebungsinformationen übergeordneter Systeme abhängig (GPS, Navigationssysteme, Wetterdaten etc.). Auch wenn die Nutzer:innen selbstfahrende Autos als ein »Gegenüber« wahrnehmen, über das sie in aller Regel personifiziert kommunizieren (»jetzt weiß er, dass er bremsen muss«), stecken dahinter zahllose komplexe interagierende technische Systeme, die zu keinem Zeitpunkt »in einer Hand« liegen oder lagen. Schon heute arbeiten in einem handelsüblichen Fahrzeug auf Stufe 1 mehr als hundert Steuergeräte mit jeweils eigener Software nebeneinander. Umgekehrt können die Multiagentensysteme aber individuelle Nutzer:innen statistisch erkennen und aus deren Eigenschaften und Verhaltensweisen Schlüsse ziehen, an die sie sich interaktiv anpassen (etwa in der Auswahl von Fahroptionen).

Wie auch bei menschlichen Fahrer:innen wachsen die Anforderungen an Datenverarbeitung, Situationsanalyse und Handlungsentscheidung mit der Geschwindigkeit und schlechten Sichtbedingungen. Zudem müssen die quasi-statistischen Schritte der Problembehandlung für unterschiedliche Fahrsituationen soweit flexibilisiert werden, dass auch weniger typische Ereignisse, wie etwa im Dunklen auf die Straße tretende Fahrradfahrer:innen oder weiße LKW-Planen im Gegenlicht, in die Verfahren zur Objektidentifikation und -verfolgung sowie in die Berechnung der nächsten Steuerungsschritte (Abbremsen) mit eingehen können. Die Unfälle des Tesla S im Mai 2016 oder des Uber-Volvos im März 2018 gingen allerdings darauf zurück, dass keine angemessenen Reaktionen erfolgten. In beiden Fällen wurde bezeichnenderweise die Verantwortung für die »tragischen Verluste« nicht den technischen Systemen zugeschrieben und die Unfälle führten auch nicht zu Rückrufaktion wegen fehlerhafter Autopiloten. Vielmehr wurde im Fall von Tesla die Verantwortung dem unglücklichen Fahrer Joshua Brown zugeschoben, der als technikaffiner früher Adopter, so Elon Musk, unzulässig ignoriert habe, dass sich der Autopilot von Tesla noch in einer »*public beta phase*« befindet.<sup>10</sup> Im Fall des Uber-Unfalls stellten Autohersteller (Volvo) und Zulieferer (Aptiv, Mobielye) umgehend klar, dass schon die standardmäßige Ausrüstung mit einem

---

<sup>10</sup> Stilgoe, Jack: »Machine learning, social learning and the governance of self-driving cars«, in: Social Studies of Science 48/1 (2017), S. 25–56, hier S. 26.

Notbremsassistenten den Unfall verhindert hätte, wäre dieser nicht deaktiviert gewesen, um »unnötig viele Fahrzeugmanöver«, so später der Betreiber, zu unterdrücken. Letzterer schwieg zunächst, unterbrach aber den Testbetrieb. Die Unfalluntersuchung stellte einen Softwarefehler heraus, durch den die tödlich erfasste, ein Fahrrad schiebende Fußgängerin Elaine Herzberg von dem Fahrzeug mehrfach falsch klassifiziert worden war. Die Sicherheitsfahrerin hatte die maschinelle Steuerungsleistung überschätzt und – abgelenkt durch ihr Smartphone – die drohende Kollision erst in den letzten Sekunden erkannt. Indessen geht die Erprobung autonomen Fahrens in einer »öffentlichen Betaphase«, also vor der Technikreife, abgestützt durch »wesentliche Programmverbesserungen«<sup>11</sup> auch im öffentlichen Raum in Deutschland weiter.

Die öffentlichen Reaktionsmuster entsprechen jenen, die Charles Perrow bereits im Vorwort seines 1984 erschienen Buches »Normale Katastrophen« über »Die unvermeidlichen Risiken der Großtechnik« beschrieben hat: Die Verantwortlichen »wissen«, dass sie Systeme mit einem immanenten Katastrophenpotenzial errichten. Sie versuchen eingetretene Unfälle zu verharmlosen, indem sie beteuern, diese werden sich nicht wiederholen, seien »ungewöhnlichen« Rahmenbedingungen und »menschlichem Versagen« oder »Bedienungsfehlern« anzulasten. In seinem Leitfaden für die nächste Katastrophe prognostiziert Perrow, dass sich »nach Abschluss einer Unfalluntersuchung kaum etwas ändern wird«.<sup>12</sup> Er kritisiert die unangemessene Responsabilisierung der menschlichen Handlungsträger trotz überkomplexer, »hochautomatisierter« Systeme. Diese erfolge, weil sich Menschen korrigieren ließen, »während fehlerhafte Systeme [...] völlig neu konzipiert oder aufgegeben werden müssen«.<sup>13</sup>

Aus heutiger Perspektive ist das Phänomen geteilter Kontrolle (*shared control*) zwischen Menschen, Maschinen und Programmen zu ergänzen: Für die automatisierten Systeme der Gegenwart sind nicht nur Komplexität und enge Koppelung als katastrophenbegünstigende Konstellation charakteristisch, sondern eine neuartig »verteilte Handlungsfähigkeit« in interaktiven,

---

11 <https://www.sueddeutsche.de/auto/uber-unfall-robotaxi-amerika-ursache-1.4670087> vom 18.03.2021.

12 Perrow, Charles: Normale Katastrophen. Die unvermeidbaren Risiken der Großtechnik, Frankfurt: Campus 1987, S. 10.

13 Ebd., S. 6.

sozio-digitalen Konstellationen.<sup>14</sup> Diese Konstellationen werden jedoch nicht integriert und hierarchisch aufgebaut und koordiniert, sondern ergeben sich aus der Addition verschiedener digitaler Tools, privatwirtschaftlicher Service-Angebote und unterschiedlicher Zuständigkeiten und Nutzungs-muster. In der Folge ist beispielsweise ein Software-Update nicht unbedingt auf die anderen Komponenten abgestimmt, verfügen nicht alle Beteiligten zu jeder Zeit über die notwendigen Schnittstellenkenntnisse und führt der Ausfall eines einzigen Sensors zur Katastrophe, alles Merkmale, die zum tragischen Absturz der beiden Boeing-737-Max-Maschinen führten.<sup>15</sup> Neu ist zugleich, dass die entgrenzten Laborsituationen nicht mehr von kritischer Forschung bloßgestellt<sup>16</sup>, sondern zur Verteidigung dieser Konstellationen herangezogen werden: So rechtfertigen die Betreiber die Unfälle explizit damit, dass die Technologien zwar schon im laufenden Betrieb sind, aber in ihrer Betaphase noch lernen müssten – und zwar, wie ein Blick in die Steueralgorithmen zeigt, in nicht überwachten Formen.<sup>17</sup>

Zunächst entstand das maschinelle Szenenverständnis automatisierter Fahrzeuge nämlich vor allem durch die Sensordatenfusion und deren Verknüpfung mit Umgebungsinformationen. Mithilfe von programmierten Situationsprädiktionen (Algorithmen) wurden mögliche Episoden und ihre zeitliche Entwicklung vorausberechnet und in ihrer Wahrscheinlichkeit bewertet, um daraus die weitere Handlungsplanung unter Unsicherheit (Messgrößen, Klassenunsicherheiten) abzuleiten. Die Systeme folgten also vorab programmierten Regeln, so genannten »if-then-else-Algorithmen«, um notwendige Aktionen unter klassifizierten Bedingungen zu wählen: bewegliches Hindernis beobachtet – möglicherweise Mensch – abbremsen. Maschinelles Lernen und die zugrunde liegenden künstlichen neuronalen

- 
- 14 Rammert, Werner: »Technik als verteilte Aktion. Wie technisches Wirken als Agentur in hybriden Aktionszusammenhängen gedeutet werden kann«, in: ders. (Hg.): Technik – Handeln – Wissen, Wiesbaden: Springer 2016, S. 105-119, hier S. 115.
- 15 Kropp, Cordula/Wortmeier, Ann-Kathrin: »Intelligente Systeme für das Bauwesen: überschätzt oder unterschätzt?«, in: Ernst Hartmann (Hg.): Digitalisierung souverän gestalten. Innovative Impulse im Maschinenbau, Berlin: Springer Vieweg 2021, S. 98-118.
- 16 Krohn, Wolfgang/Weyer, Johannes: »Die Erzeugung sozialer Risiken durch experimentelle Forschung«, in: Soziale Welt 40/3 (1989), S. 349-373.
- 17 Unsupervised learning: zu Verkehrsunfällen als intendierte Lernmöglichkeiten vgl. Sprenger, Florian: »Learning by Crashing. Unfälle autonomer Autos«, in: Merkur 853 (2020), S. 44-55.

Netze agieren allerdings nicht nur im Modus solchen Regelfolgens, sondern Algorithmen werden auch von Algorithmen hervorgebracht: Sie erkennen Regelhaftigkeiten in Korrelationen, die nicht auf soziale Regeln wie die Straßenverkehrsordnung zurückgehen, von den Ingenieur:innen aber als weniger »willkürlich« als diese beurteilt werden<sup>18</sup>: häufiges Bremsen an dieser Stelle erfasst – Hindernisse möglich – ebenfalls bremsen. Angesichts der Vielfalt und Komplexität von Fahrsituationen erscheint dieses Regellernen künstlicher Intelligenz den »*predict-and-provide*-Modellen« überlegen: Die Software wird nun trainiert, um aus großen Mengen Echtzeitdaten (*big data*) Datensets und Muster zu extrahieren. Diese Datensets werden nicht nur aus der Umfeldbeobachtung generiert, sondern auch aus Daten aus dem Fahrzeuginnenraum: Nach dem erwähnten Unfall ersetzte Tesla beispielsweise den Zulieferer Mobileye durch Nvidia, der für die Datensammlung auch die Fahrzeugführerbeobachtung nutzt, also Informationen der nach innen gerichteten Dashcams. Das maschinelle Regellernen aus großen Datenmengen geht mit einer hohen Undurchsichtigkeit (*opacity*) einher und gilt als *black box*, da es in nicht mehr vollständig rekonstruierbaren Prozessen auf unzähligen Operationen aufbaut und überwiegend in von privatem Wettbewerb geprägten Settings stattfindet. In der Folge verstehen selbst Softwareingenieur:innen die erzeugten Schlüsse oder gar deren Ursachen und Gründe nicht mehr vollständig<sup>19</sup>. Dabei sind die Zurechnungen und Selektionen der automatisierten Verkehrssteuerung oder Informationsaufbereitung so wenig »objektiv« oder »optimiert«, wie bisherige Daten unabhängig von klassifizierenden Wahrnehmungsschemata und Deutungsverhältnissen existieren<sup>20</sup>. Vielmehr werden diese Adjektive grundsätzlich herangezogen, um die Erfassung einer komplexen und unübersichtlichen Welt durch quantitative, standardisierte Indikatorenmodelle zu legitimieren. Die »Ausübung algorithmischer Macht scheint dabei in der Lage, sich von der Legitimitätsfrage abzuschirmen und kommerzielle Interessen zu verstärken«, schreibt Steffen Mau.<sup>21</sup>

18 J. Stilgoe: »Machine learning«, S. 29.

19 Burrell, Janet: »How the machine «thinks»: Understanding opacity in machine learning algorithms«, in: *Big Data & Society* 3/1 (2016), S. 1-12; J. Stilgoe: »Machine learning«.

20 Kropp, Cordula: »Intelligente Städte: Rationalität, Einfluss und Legitimation von Algorithmen«, in: Sybille Bauriedl/Anke Strüver (Hg.): *Smart City. Kritische Perspektiven auf die Digitalisierung der Städte*, Bielefeld: transcript 2018, S. 33-42.

21 Mau, Steffen: *Das metrische Wir. Über die Quantifizierung des Sozialen*, Berlin: Suhrkamp 2017, S. 19.

Auch die Adjektive »autonom«, »selbstständig« und »selbstfahrend« oder gar »intelligent« sind systematisch irreführend, weil sie ein souveränes technisches Gegenüber suggerieren, aber die komplizierten sozi digitalen Arrangements dieser verteilten Handlungsträgerschaft verdecken. Letztlich ist unklar, »wer handelt und was funktioniert«<sup>22</sup>. Werner Rammert betrachtet deshalb die hochgradig interaktiven Konstellationen aus maschineller Technik, übergeordneten Software- und Hardwaresystemen und ihre Einpassung in von heterogenen Organisationen bestimmte Regelwerke und Routinen nicht mehr als integrierte Gesamtsysteme mit funktionalen Teilaufgaben, sondern spricht von neuen Formen paralleler und nicht-hierarchischer Abläufe in einer »fragmentalen« Aufgabenteilung.<sup>23</sup> Fragmental sind sie vor allem, weil die jeweiligen Operationen nicht in einem übergeordneten System (hierarchisch) koordiniert und (funktional) abgestimmt werden, sondern verteilt in unbenennbar vielen Prozessen und Perspektiven neben- und miteinander ablaufen. So ergibt sich eine geteilte und auch interdependente Kontrolle ohne koordinierte Abstimmung und Integration. Menschliche Bewegungen und Auswahlhandlungen sind in diesen Arrangements Knotenpunkte in einem Netzwerk aus Software, Datenbanken, Sensoren und intelligenten Systemen<sup>24</sup>, so dass aus den Maschinen-Daten-Netzwerk-Menschen-Assemblagen des autonomen Verkehrs nicht nur neuartige Verkehrssysteme entstehen, sondern auch neuartige Cyborg-Gesellschaften. In der Cyborg-Gesellschaft kann die Unterscheidung zwischen Mensch und Maschine nicht mehr endgültig begründet und also Verantwortung nicht der Autonomie menschlicher Intentionalität zugerechnet werden, vielmehr verschieben sich die Zurechnungen von Handlungsfähigkeit relational und jenseits überkommener Dualismen.<sup>25</sup>

---

22 W. Rammert: »Technik als verteilte Aktion«, S. 105-119.

23 Ebd., S. 118.

24 Lupton, Deborah: »Digital companion species and eating data: Implications for theorising digital data-human assemblages«, in: Big Data & Society 3/1 (2016), S. 1-5; C. Kropp/A.-K. Wortmeier: »Intelligente Systeme für das Bauwesen«.

25 Suchman, Lucy A.: *Human-machine reconfigurations: Plans and situated actions*, Cambridge: Cambridge University Press 2007; Beck, Susanne: »Jenseits von Mensch und Maschine«, in: dies. (Hg.): *Ethische und rechtliche Fragen zum Umgang mit Robotern, Künstlicher Intelligenz und Cyborgs*, Baden-Baden: Nomos 2012, S. 9-22; vgl. dazu den Beitrag von Sonia Campanini in diesem Band.

Schon heute haben Algorithmen und ihre Logik die Struktur aller sozialen Prozesse durchdrungen<sup>26</sup> und auch die Verkehrssysteme werden längst digital gesteuert. Zugleich schreitet die Zahl der verfügbaren Sensoren, Nutzerdaten und digitalen Steuerungsaufgaben sowie deren Vernetzung weiter voran und lässt unzählige neue Möglichkeiten der Nutzbarmachung von erfassten Zusammenhängen mehr oder weniger kausaler Natur entstehen.<sup>27</sup> Bei aller Diskontinuität gehört zu den befremdlichen Kontinuitäten, dass die tief hängenden Früchte autonomer Mobilität, etwa eine automatisierte Bremfung vor roten Ampeln oder die Sicherstellung erlaubter Geschwindigkeiten, die schon heute ohne jede weitere Innovation möglich wären, nirgends mit ähnlich emphatischen Worten angekündigt werden wie etwa das fahrerlose Parken in Innenstädten. Diskontinuitäten wären dann weniger in der Technisierung zu sehen als in einer Anpassung der gesellschaftlichen Organisation von Verantwortung und in der gereiften Einsicht, dass die verheerenden Gesundheits- und Klimawirkungen von Abgasen und Emissionen, die absehbaren Ressourcenkonflikte, das Ende des »billigen Öls« sowie die verschärften Flächennutzungskonflikte in Städten, in der Landwirtschaft und auf den Meeren mit Technologien des automatisierten Fahrens kaum gemildert oder gar gelöst werden.

## 2. Die Technostrukturen der Automobilität

Das Konzept der »Technostrukturen« vermag etwas Licht in die undeutliche Collage aus Kontinuitäten und Diskontinuitäten der Entwicklung zu bringen. Als Technostrukturen werden historisch, kulturell und ökonomisch *spezifische* Wege der Problemlösung bezeichnet, gegenüber denen auch strukturell andere Lösungsmöglichkeiten denkbar wären. Sie bilden sich in enger Wechselwirkung mit entsprechenden Naturverhältnissen, Arbeitsweisen, Sinn- und Konsumstrukturen sowie Formen des Wissens und Nicht-Wissens um einen technischen Code heraus. Im Verkehrsbereich haben sich um den

<sup>26</sup> Roberge, Jonathan/Seyfert, Robert: »Was sind Algorithmuskulturen?«, in: Robert Seyfert/Johannes Roberge (Hg.): Algorithmuskulturen. Über die rechnerische Konstruktion der Wirklichkeit, Bielefeld: transcript 2017, S. 7-4; vgl. auch Kropf, Cordula (2020): Was zählt? Wer entscheidet? Zur informatisierten Herrschaft von Bewegungsdaten und Kontaktprotokollen. Soziopolis.de, 30.06.2020, <https://soziopolis.de/beobachten/gesellschaft/artikel/was-zaeht-wer-entscheidet/> vom 26.07.2021.

<sup>27</sup> C. Kropf: »Intelligente Städte«.

Code ›motorisierte Individualmobilität‹ inzwischen die Technostrukturen eines fossilen Kapitalismus mit zugehörigen Akkumulationsregimen und Governanceformen einer verallgemeinerten ›Mobilmachung‹ verdichtet. John Urry spricht vom »System of Automobility«.<sup>28</sup> Der Begriff der Technostruktur wird meist auf größere Infrastruktursysteme bezogen und betont deren gesellschaftsprägende Bedeutung und langfristige Pfadbildung (*lock-in*). In diesem Sinne charakterisiert Canzler<sup>29</sup> die Technostruktur der Automobilität anhand einer »doppelten Pfadabhängigkeit«, die sich ›technisch‹ in der nur inkrementellen Innovationstätigkeit auf Seiten der Hersteller und Planer:innen manifestiere und ›sozial‹ in der Integration der Autonutzung bis in die individuelle Residenz-, Berufs- und Alltagsplanung zeige. Die Technostruktur der Automobilität führe auf der Ebene der Subjekte zu einem »automobilen Lebensstil« und auf der Ebene der Gesellschaft zum Syndrom des »Automobilismus« mit interdependenten Techniken, Infrastrukturen, Rollenerwartungen und Alltagspraxen.

Das Konzept rückt auch die gesellschaftlichen Regeln des Umgangs mit Technostrukturen in die Aufmerksamkeit. Diese Regeln tragen dazu bei, technische und kulturelle Funktionsbedingungen wechselseitig anzupassen und als gleichermaßen bestimmd und alternativlos erscheinen zu lassen. Rammert erkennt daher in Technostrukturen »eingeschriebene« gesellschaftliche Verhältnisse, Verhaltensweisen und Vorstellungen, ihnen »zugeschriebene« Wirkungen und Bedeutungen und mit ihrer Verfassung einhergehende, »vorgeschriebene« Handlungs- und Denkweisen.<sup>30</sup> Im Sinne der Strukturierungstheorie beleuchtet er Technostrukturen zugleich als ermöglichte Ressource und restriktive Einschränkung in den sozialen Prozessen der Technikentwicklung und weitergehenden Technisierung.

Zur Automobilität gehört beispielsweise die Ideologie einer »freien Fahrt für freie Bürger« bei gleichzeitiger Abwertung der Nutzung des öffentlichen Nahverkehrs als Transportmittel für Alte, Arme, Frauen und Kinder. Auch die Dominanz des Privatverkehrs ist nicht nur in der autogerechten Stadt, sondern auch in den durchgesetzten Denkmustern und Freizeitwelten davon geprägt. Dies gilt ebenfalls für die technischen Innovationskorridore, die in

---

28 Urry, John: »The ›System‹ of Automobility«, in: *Theory, Culture & Society* 21/4-5 (2004), S. 25-39.

29 Canzler, Weert: »Automobilität und Gesellschaft«, in: *Soziale Welt* 63 (2012), S. 317.

30 Rammert, Werner: *Technik aus soziologischer Perspektive 2: Kultur – Innovation – Virtualität*. Wiesbaden: Westdeutscher Verlag 2000, S. 71.

den Vorstellungen von autonomer Mobilität wieder sichtbar werden, sowie für die Triade von Individualverkehr, Eigenheim und Pendlerpauschale mit ihren polyzentrischen Raumstrukturen, dispersen Siedlungsweisen und sich wechselseitig verstärkenden Mobilitätsbedürfnissen. In der Folge produziert die motorisierte Individualmobilität eine Vielfalt langlebiger Verkehrsstrukturen aus Straßen- und Schienentrassen, Wasserstraßen, Brücken, Tunneln, Flugrouten bis hin zu Navigationssystemen, Lieferdrohnen und Lufttaxis der Zukunft und nimmt damit eine dominante und mehrfach privilegierte Position ein.<sup>31</sup> Das Automobil verkörpert in Deutschland einen eigenwilligen Freiheitsbegriff. Es gilt als Symbol des Wirtschaftswunders, Bürgerrecht und wesentliches Konsumgut der sozialen Positionierung. Dennoch ist »um die Art und Intensität der Automobilität ein heftiger Streit zwischen einem lobbyistisch und parteipolitisch unterstützten ›Weiter so!‹ auf der einen Seite und der Forderung nach einer Verkehrs- und Mobilitätswende hin zur nachhaltigen Mobilität im Umweltverbund (ÖPNV, Fahrrad fahren und zu Fuß gehen) auf der anderen Seite entstanden.«<sup>32</sup> Der als alternativlos deklarierte Ausbau der auf Automobilität gerichteten Technostrukturen wird durch die Suche nach Alternativen zunehmend in Frage gestellt.<sup>33</sup>

Vor diesem Hintergrund ist interessant, welche technostrukturelle Prägung sich als Artikulation von typischen Hoffnungen, Erwartungen und Ängsten gegenüber autonomer Mobilität in Positionspapieren und Szenarien offenbart, welche Technikvorstellungen in den Zukunftsvisionen wichtiger Verbände zu Wort kommen und auch, ob eine diskontinuierliche Veränderung der von Kritikern als nicht zukunftsfähig beurteilten Technostrukturen dort thematisiert wird. Um eine Antwort auf diese Fragen zu geben, habe ich Szenarien zur Zukunft autonomer Mobilität aus den Jahren 2015 bis 2017 hinsichtlich ihrer soziotechnischen Vorstellungswelten (*sociotechnical imaginaries*) und Risikoerwartungen analysiert. Meiner Untersuchung lagen insgesamt 19 Dokumente zwischen vier und 360 Seiten zugrunde, die Verbände, Vereine

<sup>31</sup> Canzler, Weert: »Der öffentliche Verkehr im Postfossilen Zeitalter. Sechs Thesen«, in: Oliver Schwedes (Hg.): *Öffentliche Mobilität*, Wiesbaden: Springer 2014, S. 229-240.

<sup>32</sup> J. Dangschat: »Automatisierter Verkehr«, S. 494.

<sup>33</sup> W. Canzler: »Der öffentliche Verkehr im Postfossilen Zeitalter«; Tils, Gabriele/Rehaag, Regine: »Nachhaltige Mobilität durch soziale Innovationen – Potenziale des Carsharing aus Sicht von Konsument/innen«, in: Melanie Jaeger-Erben et al. (Hg.): *Soziale Innovationen für nachhaltigen Konsum, Innovation und Gesellschaft*, Wiesbaden: Springer 2017, S. 169-189.

und Stiftungen aus Industrie, Wissenschaft und Politik sowie wirtschaftliche und politische Organisationen in diesen drei Jahren in Deutschland veröffentlicht haben<sup>34</sup>. Für die Analyse habe ich mich am Konzept der *socio-technical imaginaries*<sup>35</sup> orientiert, mit dem das Zusammenspiel von Technostruktur und kulturellen Wertesystemen untersucht wird. Es beleuchtet die Ko-Produktion von Wissenschaft, Technik und Modernität in Visionen und kollektiven Symbolwelten einer Gesellschaft. Soziotechnische Vorstellungswelten legen als wirkmächtige Leitvorstellungen davon, wie technologische Entwicklungen zukünftig zu einem guten gesellschaftlichen Zusammenleben beitragen werden, historisch, national oder sektorspezifisch unterschiedliche Korridore in die Zukunft nahe und entfalten so Einfluss auf die Innovationspolitik, die laufenden Prozesse der Technikentwicklung und ihre materiellen Resultate. Jasanoff definiert soziotechnische Vorstellungswelten als »kollektiv geteilte, institutionell stabilisierte und öffentlich aufgeführte Visionen wünschbarer Zukünfte, die inspiriert von gemeinsamen Verständnissen der Muster sozialer Ordnung und sozialen Zusammenlebens durch wissenschaftlich-technischen Fortschritt erreichbar und unterstützt werden.«<sup>36</sup> Sie werden in der Innovations- und Technikforschung oft untersucht, weil sie aufzeigen, inwieweit kulturell verallgemeinerte Technostrukturen als »positive Fortschrittsvorstellungen«<sup>37</sup> die Technikentwicklung stärker als die im Detail

34 Die analysierten Dokumente wurden von großen Verbänden, Vereinen und Stiftungen (bspw. acatech, Verband der Automobilindustrie, Bertelsmann-Stiftung, Friedrich-Ebert-Stiftung, VDV – Die Verkehrsunternehmen etc.) sowie politisch-administrativen Organisationen (Ministerien, Bundestag etc.) in den Jahren 2015 bis 2017 veröffentlicht. In diesen Jahren fand das autonome Fahren, getrieben von den technischen Erfolgen großer amerikanischer IT-Konzerne, in Deutschland starke Aufmerksamkeit und galt, wie die einleitende Beobachtung aus dieser Zeit verdeutlichen mag, als unmittelbar bevorstehend. Seither hat sich die deutsche Automobilindustrie von einer raschen Implementierung vollautomatisierter Fahrzeuge abgewendet und verfolgt eher die Strategie einer schrittweisen Einführung über teilautomatisierte Assistenzsysteme.

35 Jasanoff, Sheila/Sang Hyun, Kim: »Containing the Atom: Sociotechnical Imaginaries and Nuclear Power in the United States and South Korea«, in: *Minerva* 47/2 (2009), S. 119-146; Jasanoff, Sheila: »Future Imperfect: Science, Technology, and the Imaginations of Modernity«, in: dies./Sang-Hyun Kim (Hg.): *Dreamscapes of Modernity: Sociotechnical Imaginaries and the Fabrication of Power*, Chicago: The University of Chicago Press 2015, S. 1-33.

36 Ebd., S. 4, eig. Übers.

37 Ebd.

oft umstrittenen Technikleitbilder beeinflussen und auf geteilte Ängste reagieren. Auch die soziotechnischen Vorstellungswelten der automobilen Zukunft wurden bereits mit einem Fokus auf Elektrofahrzeuge<sup>38</sup> und auf Nutzervorstellungen in der Automobilindustrie<sup>39</sup> untersucht. Methodisch lassen sie sich als Deutungsmuster der Zukunftserwartung und -rahmung<sup>40</sup> durch vergleichende Analysen erfassen.<sup>41</sup>

In den analysierten Dokumenten wird autonome Mobilität in diesem Sinne als ein hoch bewertetes Technologieprojekt erkennbar, das mit spezifischen Erwartungen und Versprechungen und nicht zuletzt mit der zukünftigen Rolle der Automobilindustrie in Deutschland verknüpft wird. Die Zukunft des autonomen Fahrens fand im Untersuchungszeitraum in Wirtschaft, Politik und Zivilgesellschaft gleichermaßen große Resonanz. Von der dominanten Technostruktur geprägt, standen neue digitale Möglichkeiten, die unterstellten Interessen der Fahrzeugführer:innen, hohe Straßendichte und der internationale Wettbewerb im Mittelpunkt, während die bestehende Infrastruktur, die Interessen weiterer Verkehrsteilnehmer:innen oder urbane Verdichtungsräume seltener und dann oft mit Bezug auf zu vermeidende Unfälle angesprochen wurden. Nur zwei der analysierten Dokumente setzen sich überhaupt mit Möglichkeiten einer Reduzierung des Individualverkehrs auseinander. Abgesehen von grundsätzlichen Hinweisen, dass durch gezielte Belebung eine Umsteuerung hin zu einer effizienter oder nachhaltiger gestalteten Verkehrswegeorganisation möglich werde, wird an keiner Stelle eine grundsätzliche Verkehrswende projiziert. Zwar finden die Möglichkeiten einer integrierten Automatisierung aller Verkehrsträger immer wieder Erwähnung, jedoch werden vor allem die Vorteile im motorisierten Privat- und Lieferverkehr euphorisch ausgeführt.

38 Wentland, Alexander: »Imagining and enacting the future of the German energy transition: Electric vehicles as grid infrastructure«, in: *Innovation: The European Journal of Social Science Research* 29/3 (2016), S. 285-302.

39 Graf, Antonia/Sonnberger, Marco: »Responsibility, rationality, and acceptance: How future users of autonomous driving are constructed in stakeholders' sociotechnical imaginaries«, in: *Public Understanding of Science* 29/1 (2020), S. 65-71.

40 Sh. Jasenoff: »Future Imperfect«, S. 24.

41 Im vorliegenden Fall wurden die Texte vergleichend in MaxQDa kodiert und sowohl entlang von vorab bestimmten Kategorien (Risikowahrnehmung, Verantwortungsschreibung) inhaltsanalytisch ausgewertet als auch in Bezug auf Sinnzusammenhänge strukturierende Typisierungen rekonstruiert und entlang datenbasiert entwickelter Kategorien interpretiert.

Die Befunde zu den soziotechnischen Vorstellungswelten sollen im Weiteren nur mit Fokus auf Risiko, Vertrauen und Verantwortung referiert werden. Aber um es vorwegzunehmen: Risikothemen machen nur zwei Prozent des insgesamt kodierten Textkorpus aus. In den wenigen implizit oder explizit auf mögliche Risiken der Entwicklung bezogenen Statements überwiegen neben der routinemäßig angesprochenen Frage des Datenschutzes Hinweise auf menschliches Versagen und auf die Gefahr von verpassten Chancen durch eine zu langsame Entwicklung autonomer Mobilität. Für beides gilt die Einführung des autonomen Fahrens als Problemlösung, auch im Hinblick auf die wachsende Vielfalt der Verkehrsteilnehmer:innen. Sie wird als so gut wie unvermeidlich dargestellt und als Bewältigung heterogener Probleme wie dem Umgang mit einem wachsenden Verkehrsaufkommen, einer in ihrer Wettbewerbsfähigkeit herausgeforderten Automobilindustrie und der zunehmend individualisierten Gestaltung von Transportwegen gepriesen.

Der Blick auf mögliche Risiken richtet sich auf die erhoffte Verminderung von Unfällen im Straßenverkehr einerseits und die Entstehung neuartiger Risiken durch die vernetzten intelligenten Systeme und die damit verbundene Datennutzung andererseits. In der soziologischen Risikoforschung gelten ›Risiken‹ als umstrittene soziale Konstruktionen, die anders als Gefahren auf eine Entscheidung zurückgeführt werden und in der Folge in den mitunter konfliktreichen Risikoantagonismus zwischen Entscheidern und Betroffenen führen<sup>42</sup>. Wahrnehmung und Bewertung technischer Risiken unterliegen sozialen, institutionellen und kulturellen Bedingungen, deren Wandel mit folgenreichen Umwertungen einhergehen kann. So kann nicht ausgeschlossen werden, dass am Ende der Verkehrautomatisierung menschliche Fahrer:innen als prinzipielles Risiko betrachtet und vom Verkehr ausgeschlossen werden<sup>43</sup>. Risiken, so das Dilemma, werden erst zu einer sozial und politisch folgenreichen Tatsache, wenn sie als solche wahrgenommen werden: erst dass sie als Risiko wahrgenommen werden, macht sie zu einem.

Auch wenn es trivial erscheinen mag, so ist die deutlich sektorspezifische Risikowahrnehmung auch beim Thema autonomes Fahren bemerkenswert:

- 
- 42 Beck, Ulrich: Risikogesellschaft. Auf dem Weg in eine andere Moderne, Frankfurt a.M.: Suhrkamp 1986; Luhmann, Niklas: Soziologie des Risikos, Berlin: De Gruyter 1991.
- 43 Sparrow, Robert J./Howard, Mark: »When human beings are like drunk robots: Driverless vehicles, ethics, and the future of transport«, in: Transportation Research Part C: Emerging Technologies 80 (2017), S. 206-215.

Wirtschaftsverbände und -vereine setzen sich mit den Vorteilen der erwarteten Unfallminderung, mit unklaren Haftungsfragen und den kritischen Übergangszeiten auseinander, in denen durch die Koexistenz nicht automatisierter Verkehre die Vorteile und Effizienzgewinne nur bedingt erreichbar seien. Von Seiten der Politik werden »existenzielle Risiken« durch Funktionsstörungen der vernetzten intelligenten Systeme (»systemimmanente Risiken«) befürchtet, die durch Hackerangriffe und eine Aufweichung der Sicherheit in Netzwerkösungen im permanenten Wettlauf mit Angriffstechnologien erwartet werden. Zudem stellen die Datenhoheit und allgemein die informationelle Selbstbestimmung des zunehmend »gläsernen Fahrers« offene Fragen dar (Bewegungsprofile, Maschinen als dirigierende Instanz, Freiwilligkeit der Datenpreisgabe). Dieses Thema beschäftigt auch zivilgesellschaftliche Vereine und Stiftungen, die ihren Fokus vor allem auf die nicht-intendierten Nebenfolgen des automatisierten Verkehrs richten, wie etwa die befürchtete Verdrängung des öffentlichen Verkehrs als »Restverkehr« gegenüber der Zunahme der Automobilität, den Verlust der Entscheidungsautonomie über Verkehrswege und -mittel sowie die zunehmende Steuerung und Überwachung der Nutzer:innen.

Die Dokumente äußern sich auch zum Themenkomplex Vertrauen und Verantwortung. Soziologisch lässt sich Vertrauen als prospektiver Glauben in die Funktionstüchtigkeit und ihre gesellschaftliche Absicherung umschreiben und Verantwortung entsprechend als retrospektive Bereitschaft, dafür Rechenschaft und Sorge zu übernehmen. Bevor im nächsten Abschnitt der Zusammenhang von Risiko, Vertrauen und Verantwortung in Bezug auf soziotechnischen Wandel detaillierter beleuchtet wird, seien zunächst die diesbezüglichen soziotechnischen Vorstellungswelten knapp skizziert.

Über das Vertrauen der Bevölkerung in die automatisierten Fahrzeuge machen sich vor allem die Herstellerverbände wenig Sorgen, weil schon die teilautomatisierten Assistenzsysteme eine hohe Akzeptanz genossen. Für Ride-Sharing und automatisierte öffentliche Verkehre hingegen fehle diese; ohne sie sei aber eine Durchsetzung der Automatisierung in diesen Bereichen nicht erwartbar. Um Akzeptanz für den automatisierten Individualverkehr zu schaffen, werden vor allem eine standardisierte Bedienbarkeit sowie klare Regeln und Normen für Haftung und Datennutzung als notwendig erachtet und über Vorteilssysteme bei Versicherungen nachgedacht. Um die Akzeptanz für den automatisierten öffentlichen Verkehr zu erhöhen, werden hingegen eine aktivierende Preisgestaltung und auch eine Zwangsautomatisierung erwogen. Punktuell findet sich der warnende Hinweis auf

ein sogenanntes »Übervertrauen« als zu sorglose Nutzung der Assistenzsysteme. Während Akzeptanz die faktische Bereitschaft bezeichnet, eine Technik zu nutzen oder zumindest zu tolerieren, wird unter Akzeptabilität die wertebasierte Beurteilung der Akzeptanz- und Vertrauenswürdigkeit einer Technologie unter Abwägung möglicher Vor- und Nachteile verstanden. Diesbezüglich problematisieren viele Dokumente die mangelnde Klärung von Fragen der Datennutzung und des Datenschutzes, die eine auch medial verstärkte Ablehnung nahelegen.

Als Scharnier zwischen Vertrauen und Verantwortung kann die Haftungs- und Versicherungsfrage gelten, die im deutschen Verkehrsrecht bislang durch die Versicherungspflicht der haftenden Fahrzeughalter:innen und die zulassungsabhängige Produkthaftung der Hersteller geregelt ist. Wie schon die Risiken finden auch die komplizierten Verantwortungsprobleme in den Positionspapieren kaum Erwähnung. Grundsätzlich betrachten Wirtschaftsorganisationen die Klärung dieser Fragen als eine »staatliche Aufgabe«; in den Dokumenten aus Politik und Verwaltung richtet sich die Erwartung hingegen auf die Verantwortlichen der Technikentwicklung, die eher in Wissenschaft und Wirtschaft zu suchen sei. Die wechselseitige Verantwortungszuschreibung schlägt sich in recht allgemeinen Äußerungen nieder, dass für Schäden durch aktivierte automatisierte Fahrsysteme die übliche Produkthaftung gelten müsse und Hersteller und Betreiber in der Zukunft eventuell stärker in die Pflicht zu nehmen seien, auch, dass die Hauptverantwortung bei den Fahrzeugführer:innen bleibe. Dass die vernetzten Systeme jedoch individuell und punktuell kaum kontrolliert und in die Pflicht genommen werden können, mündet in den hilflosen Appell, diese sollten »selbstheilend« aktiv werden, sich möglichen Manipulationen und IT-Angriffen dynamisch anpassen oder zumindest Ausfälle frühzeitig anzeigen. Eine Studie von Acatech – der Deutsche Akademie der Technikwissenschaften – wird angesichts der schwierigen Verantwortungsfrage unter Bedingungen hybrider Kontrolle explizit:

Es ist zu erwarten, dass mit der Fortentwicklung der Systeme und deren Fähigkeiten die Fahrerin beziehungsweise der Fahrer vermehrt das System für die Erfüllung ihrer beziehungsweise seiner Aufgaben einsetzen kann. Damit werden auch die Möglichkeiten für Nebentätigkeiten ansteigen, ohne dass sich die Fahrerin oder der Fahrer dem Vorwurf einer Sorgfaltspflichtverletzung ausgesetzt sieht. Allerdings dürfte ebenso klar sein, dass die Fahrerin oder der Fahrer, die Halterin oder der Halter eines automatisierten Fahr-

zeugs weiterhin in Schadensfällen zu belangen sein wird, da dem technischen System keine Verantwortung übertragen werden kann.<sup>44</sup>

Vor diesem Hintergrund richtete der damalige Bundesverkehrsminister Alexander Dobrindt 2016 die »Ethik-Kommission Automatisiertes und Vernetztes Fahren« unter dem Vorsitz eines früheren Verfassungsrichters ein, um die fehlenden gesellschaftlichen Grundsätze für das hochautomatisierte Verfahren zu definieren. Gleich der erste Abschnitt des im Juli 2017 vorgelegten Berichts bringt die Unumkehrbarkeit der Entwicklung und den weiteren Fokus auf Automobilität unmissverständlich mit dem Hinweis auf die weltweite Entwicklung der »Digitalisierung der Mobilität« und die bereits »alltäglich« gewordene Teilautomatisierung der Fahrzeuge und Systeme zum Ausdruck. Auf Teststrecken in den USA und Deutschland entwickelten sich vollautomatisierte Fahrzeuge »auf dem Sprung in die Serienreife«<sup>45</sup>. Nun gehe es »um die Entscheidung, ob die Zulassung automatisierter Fahrsysteme ethisch verantwortbar oder womöglich sogar geboten ist«<sup>46</sup>. Im Ergebnis definiert die Ethik-Kommission 20 ethische Regeln, unter denen sich Nr. 3, 10 und 11 auf Haftungsfragen beziehen. Die »Gewährleistungsverantwortung für die Einführung und Zulassung automatisierter und vernetzter Systeme im öffentlichen Verkehrsraum« obliegt darin der öffentlichen Hand. Die Fahrsysteme bedürfen deshalb der behördlichen Zulassung und Kontrolle, vor allem unter dem Leitbild der Vermeidung von Unfällen, »wobei technisch unvermeidbare Risiken einer Einführung des automatisierten Fahrens bei Vorliegen einer grundsätzlich positiven Risikobilanz nicht entgegenstehen«, wie ausdrücklich betont wird.<sup>47</sup> Damit verschiebe sich die »dem Menschen vorbehaltene Verantwortung [...] bei automatisierten und vernetzten Fahrsystemen vom Autofahrer auf die Hersteller und Betreiber der technischen Systeme und die infrastrukturellen, politischen und rechtlichen Entscheidungsinstanzen.«<sup>48</sup> Da sich die Haftung für Schäden an den Grundsätzen der übrigen Produkthaftung orientiere, folge, »dass Hersteller oder Betreiber verpflichtet sind, ihre Systeme fortlaufend zu optimieren und auch bereits ausgelieferte Systeme

44 Lemmer, Karsten: Neue autoMobilität. Automatisierter Straßenverkehr der Zukunft (acatech STUDIE), Herbert Utz: München 2016, S. 80.

45 Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI): »Ethik-Kommission Automatisiertes und Vernetztes Fahren«, in: Bericht Juni (2017), S. 6.

46 Ebd.

47 Ebd., S. 10.

48 Ebd., S. 11.

zu beobachten und zu verbessern, wo dies technisch möglich und zumutbar ist.«<sup>49</sup> Die nachgestellte Diskussion des »Problemfelds Verantwortungsreichweite« rückt das komplizierte Netz potenzieller Verantwortlicher in den Blick.<sup>50</sup>

Die soziotechnischen Vorstellungswelten, die das heutige Nachdenken über autonome Mobilität hervorbringt, werden – so kann man zusammenfassend sagen – umfassend von der Technostruktur der Automobilität geprägt. Dabei dominieren technikoptimistische Perspektiven, wie auch in einer Untersuchung englischer Studien.<sup>51</sup> Die starke Auseinandersetzung mit ethischen Entscheidungs dilemmata steht für einen problematischen Fokus auf das einzelne Fahrzeug in außergewöhnlichen Entscheidungssituationen, die nicht durch ein Abbremsen zu lösen sind und für deren Bewältigung auch heutige Fahrzeugführer nicht geschult sind. Diese Wahrnehmungsverengung auf »das Fahrzeug« und »den Programmierer«<sup>52</sup> erfolgt trotz der Einsicht in die »totale Vernetzung der Infrastruktur«<sup>53</sup> und das »Problemfeld Verantwortungsreichweite«.<sup>54</sup> Sie blendet die Neuartigkeit der Risiken in Konstellationen »geteilter Kontrolle« systematisch aus, die aus der soziotechnischen Vernetzung der vielfältigen Systeme, ihrer teils selbstlernenden Optimierung und kritischen Abhängigkeit von übergeordneten Systemen, bspw. der Stromversorgung, hervorgehen. Ihre Regie liegt in undurchsichtigen Konstellationen einer ungeklärten Handlungsträgerschaft mit keineswegs eindeutigen Mensch-Maschine-Schnittstellen oder Zuständigkeiten, wenngleich dies in den meisten Dokumenten als wünschbar und erforderlich dargestellt wird.

---

49 Ebd., S. 12.

50 Ebd., S. 26f.

51 Milakis, Dimitris/van Arem, Bart/van Wee, Bert: »Policy and society related implications of automated driving: a review of literature and directions for future research«, in: *Journal of Intelligent Transportation Systems* 21/4 (2017), S. 324-348.

52 BMVI: »Ethik-Kommission«, S. 16.

53 Ebd., S. 23.

54 Ebd., S. 26.

### 3. Technikrisiko und Technikvertrauen in der Moderne

Offensichtlich besteht bezüglich der institutionellen Konzepte und Organisation von Technikverantwortung für automatisierte Systeme eine gravierende Leerstelle, die sich mit Maarten Hager als »*institutional void*«<sup>55</sup> bezeichnen lässt. Dies ist weniger neu, als man annehmen möchte. Tatsächlich gehört die Beschreibung einer funktionalen »Verantwortungsfiktion« ohne organisatorische Entsprechung seit jeher zur soziologischen Beobachtung der Technikentwicklung. Auch in der Vergangenheit haben soziotechnische Entwicklungen systematisch die Grenzen des Wissens und der organisatorischen Kontrolle überschritten und jene nicht-gewollten Nebenfolgen mitproduziert, die Ulrich Beck schließlich zur Diagnose der »Risikogesellschaft«<sup>56</sup> veranlassten.

Aber schon Max Weber zeichnete das Bild einer »notwendigen Vertrauensgemeinschaft«<sup>57</sup>, in der man zwangsläufig »von dem, was man nicht verstehen kann, unterworfen wird, um es gebrauchen zu können«<sup>58</sup>. Grundrechenarten, mechanische und bürokratische Techniken, so Weber, verdanken ihre verallgemeinerte Anwendung nicht dem tatsächlichen Verständnis ihres Funktionierens in all seiner Komplexität, sondern dem »universellen Tatbestand« eines übermächtigen Einverständnisses in die unterstellte Rationalität: »Kein normaler Konsument weiß heute auch nur ungefähr um die Herstellungstechnik seiner Alltagsgebrauchsgüter, meist nicht einmal darum, aus welchen Stoffen und von welcher Industrie sie produziert werden«, schreibt Weber 1922<sup>59</sup>. Vielmehr bedeute der Fortschritt ein »immer weiteres Distanzieren der durch die rationalen Techniken und Ordnungen praktisch Betroffenen von deren rationaler Basis«<sup>60</sup>. Deshalb herrsche in der »Einverständnissgemeinschaft« Vertrauen, dass die Bedingungen des Alltagslebens, »heißen sie nun: Trambahn oder Lift oder Geld oder Gericht oder Militär oder Medizin, prinzipiell rationalen Wesens, d.h. der rationalen Kenntnis, Schaffung

55 Hager, Maarten: »Policy without polity? Policy analysis and the institutional void«, in: *Policy Sciences* 36/2 (2003), S. 175-195.

56 U. Beck: Risikogesellschaft.

57 Wagner, Gerhard: »Vertrauen in Technik«, in: *Zeitschrift für Soziologie* 23/2 (1994), S. 145-157, hier S. 146.

58 Ebd., S. 147.

59 Weber, Max: »Über einige Kategorien der verstehenden Soziologie«, in: ders. (Hg.): *Gesammelte Aufsätze zur Wissenschaftslehre*, Paderborn: Historisches Wissenschaftsarchiv [1922] 2015, S. 403-450, hier S. 444.

60 Ebd.

und Kontrolle zugängliche menschliche Artefakte seien«<sup>61</sup>. Das Vertrauen in die Technikentwicklung ohne Kenntnis ihrer konstitutiven Bedingungen begründet sich also in einer geteilten Fiktion von der Rationalität, die dem Fortschritt innenwohne und als rationale Ordnung die soziotechnischen Strukturen prägen.

Ein halbes Jahrhundert später löst Niklas Luhmann das Verständnis von Vertrauen als Glaube an die grundsätzliche Rationalität der Ordnung des Ganzen zugunsten der Einsicht in die jeweils eigensinnige und partielle Funktionalität der Subsysteme auf. Für Gerald Wagner wird es »in der plurifunktional differenzierten Gesellschaft [...] damit sowohl resistenter gegen Enttäuschungen als auch riskanter in seinem potenzierten Agnostizismus.«<sup>62</sup> Lebensweltlich verschiebe sich der Bedarf des Glaubens in die »unverstandenen« Systeme hin zur Erwartung, dass jedes der Teilsysteme den funktionsspezifischen Erwartungen gerecht werde. Für Luhmann ermöglicht dieser Entlastungsvorgang eine technische Steigerung, in deren Rahmen »Technik, technisch, Technisierung« bedeutet, dass »der Vollzug ohne allzu viel Reflexion, vor allem aber ohne Rückfrage beim Subjekt oder beim Beobachter möglich ist«<sup>63</sup>. Allerdings schwinde unter »Bedingungen riskanter Technologien [...] das Vertrauen in das Selbstvertrauen anderer«<sup>64</sup> sowie in ihre Expertisen, Technologien, Zusagen und Sorgfalt, die stets dem jeweils funktionsspezifischen Antagonismus von Entscheidern und Betroffenen unterworfen und daher nicht übergreifend verantwortlich sein können.

An dieser Stelle greift Ulrich Beck die Vertrauensfrage auf und problematisiert das Resultat einer »organisierten Unverantwortlichkeit«<sup>65</sup>. In Übereinstimmung mit Weber und Luhmann geht er zwar davon aus, dass in der Moderne weiter die Überzeugung geteilt werde, »im Gehäuse [der] Rationalitätshörigkeit« zu sitzen, und zwar mit »solcher Differenziertheit, dass alles immer erstens funktionaler und zweitens differenzierter« werde<sup>66</sup>. Allerdings

61 Ebd., S. 449.

62 G. Wagner: »Vertrauen in Technik«, S. 149.

63 Luhmann, Niklas: Die Wissenschaft der Gesellschaft. Frankfurt a.M.: Suhrkamp 1990, S. 197.

64 N. Luhmann: Soziologie des Risikos, S. 124.

65 Beck, Ulrich: »Der industrielle Fatalismus. Die organisierte Unverantwortlichkeit«, in: ders.: Gegengifte. Die organisierte Unverantwortlichkeit, Frankfurt a.M.: Suhrkamp 1988, S. 96-112.

66 Ebd., S. 96.

führe diese innere Spannung angesichts komplexer Risikokonstellationen zu einem »weitverzweigten Labyrinth-System« nicht zu klärender Verantwortlichkeiten, »dessen Konstruktionsplan nicht etwa Unzuständigkeit oder Verantwortungslosigkeit ist, sondern die Gleichzeitigkeit von Zuständigkeit und Unzurechenbarkeit oder: organisierte Unverantwortlichkeit«<sup>67</sup>. Bis heute ist damit die »bis in die Betriebe hin- und zurückreichende Großbürokratie der allgemeinen Leichtsinnigkeit und Unsicherheit, des wachsenden Nicht- oder Halbwissens, der Fälschung, Verschleierung usw. nach dem geradezu genialen Organisationsprinzip nichtzurechenbarer Unzuständigkeit«<sup>68</sup> in Worte gefasst.

Angesichts der Komplexität und Ungewissheit sowohl der Risikokonstellationen als auch der Verantwortlichkeiten entlasteten sich nun ihrerseits die Systeme, rechneten katastrophale Gefahren zu definierbaren Risiken klein und ließen einen ohnmächtigen, »industriellen Fatalismus«<sup>69</sup> entstehen. Beobachtbar würde ein Versagen der industriemodernen Institutionen, die zwar Kleinrisiken bis in alle Einzelheiten verfolgten (Stichwort »TÜV-Fahrzeugänderungsabnahme« und »amtliche Eintragung in die Fahrzeugpapiere«), aber Großgefahren kraft Autorität mit bloßen Versprechungen legalisierten wie gegenwärtig autonomes Fahren. Im Ergebnis müsse im Umgang mit nicht-gewollten Unfällen und Schäden systementlastend eine Re-Individualisierung von Risiken bewerkstelligt werden, in der »individuelle Verursachung und damit auch individuelle Verantwortung in den Mittelpunkt gerückt werden, auch wenn diese nur teilweise gegeben sind.«<sup>70</sup>

Die geschilderte Responsibilisierung allzu leutseliger früher Nutzer:innen automatisierter Fahrzeuge illustriert diese Diagnose im Einklang mit Perrow<sup>71</sup> aus aktueller Sicht: Weil die Anforderungen der Kontrolle komplexer Systeme enorm sind, werden die menschlichen Handlungsträger in die Pflicht genommen. Diesen »fragwürdigen« Weg der Komplexitätsreduktion bezeichnet Anna Henkel in ihrer »Gesellschaftstheorie der (ausgereizten) Verantwortung« als Krisensymptom und problematisiert die sachlich-soziale Reichweite der menschlichen Handlungsfähigkeit: »Einerseits werden Schäden zunehmend als individuell zu verantwortender Handlungseffekt

---

67 Ebd., S. 100,

68 Ebd., S. 101f.

69 Ebd., S. 96.

70 Beck, Ulrich: Politik in der Risikogesellschaft, Frankfurt: Suhrkamp 1990, S. 246.

71 C. Perrow: Normale Katastrophen.

zugerechnet – andererseits zeichnet sich Gesellschaft zunehmend durch systemische Risiken, systemische Effekte und Komplexität aus.«<sup>72</sup>

Automatisierte technische Systeme fordern die Fiktion einer eindeutigen Verantwortungszuschreibung und das Vertrauen in technischen Fortschritt weiter heraus: Die mit ihnen einhergehenden Formen geteilter Kontrolle lösen die Bestimmbarkeit menschlicher Handlungsfähigkeit und -autonomie grundsätzlich auf. Ihr Wirken im Rahmen einer ›fragmentalen‹ Aufgabenteilung in Maschinen-Daten-Menschen-Assemblagen macht es unmöglich, Rechenschaft über Handlungentscheidungen abzulegen oder die Systeme anhand kausal zurechenbarer Ursache-Wirkungs-Ketten verantwortlich zu steuern. Im fragmentalen Netzverbund heterogener, teils nicht abgestimmter und teils selbstlernender Systeme, die im permanenten Austausch mit übergeordneten Daten und Programmen (*vehicle-to-infrastructure*-Kommunikation) agieren, führt die fehlende Integration funktionaler Teilsysteme in *eine* Beobachtungs- bzw. Entscheidungsperspektive vielmehr zum Problem der »Interoperabilität«<sup>73</sup>. Interoperabilität beschreibt die symbiotische Verteilung von Handlungsträgerschaft auf menschliche, sachliche und digitale Einheiten ohne Steuerungszentrum. Demgegenüber wirkt in vielen der analysierten Dokumente die Hoffnung, dass offene Verantwortungsfragen durch die gezielte Gestaltung von Mensch-Maschine-Schnittstellen und die Definition von Zuständigkeiten zu beantworten seien, wieder einmal wie die viel zitierte Fahrradbremse am Interkontinentalflugzeug.<sup>74</sup> Zugleich ist zu konstatieren, dass der nachlaufende Umgang mit Technikrisiken und kategorialem Nichtwissen, das sich im Rahmen des etablierten Wissens nicht einmal hinreichend erfassen lässt, ein Merkmal der Industriemoderne ist, das schon die Phasen der Mechanisierung und Motorisierung des Verkehrs geprägt hat. Besonders lesenswert hat Sarah Jain<sup>75</sup> für den amerikanischen Raum anhand von rechtlichen Präzedenzfällen nachgezeichnet, wie die Haltung für die Risiken der Automobiltechnologie auf Kosten der »Zaungäste«

- 
- 72 Henkel, Anna: »Gesellschaftstheorie der Verantwortung: Funktion und Folgen eines Mechanismus der Reduktion sozialer Komplexität«, in: Soziale Systeme 19/2 (2016), S. 470-500, hier S. 473.
- 73 W. Rammert: »Technik als verteilte Aktion«, S. 107.
- 74 Ulrich Beck hat angesichts rasanter Technikentwicklungen die Unangemessenheit zeitgenössischer Kontrollinstrumente und ethischer Standpunkte (U. Beck: Der industrielle Fatalismus, S. 194) mit diesem Bild beschrieben.
- 75 Jain, Sarah S. L.: »Dangerous Instrumentality: The Bystander as Subject in Automobility«, in: Cultural Anthropology 19/1 (2004), S. 61-94.

(»bystanders«) einer durchgesetzten Automobilität rechtlich und kulturell definiert und die damit verbundenen Lasten zwischen (potenziell unzuverlässigen) Menschen und (prinzipiell gutartigen) Maschinen verteilt wurden – unter Ausblendung der Risiken von Technostrukturen und -design.

In Deutschland hat die Geschichte der Technischen Überwachungsvereine (TÜV) das Technikvertrauen insgesamt und den Glauben an die Absicherbarkeit technologischer Entwicklung im Besonderen geprägt. Sie zeigt das Gerangel unterschiedlicher Akteure und Interessen im Umgang mit neuartigen Risiken und den tastenden Vorstößen auf Felder, in denen präzedenzlose Gefahren durch neue Technologien produziert werden.<sup>76</sup> Der TÜV geht ursprünglich auf die Dampfkessel-Überwachungsvereine zur Bekämpfung von Kesselexplosionen zurück, deren bis dato beispielloses Gefahrenpotenzial im Verlaufe der Industrialisierung im 19. Jahrhundert spektakulär zunahm. Die Überwachungsvereine wurden als Organe der unternehmerischen Selbsthilfe in harter Konkurrenz zu Versicherungsgesellschaften gegründet; sie konzentrierten sich vor allem auf die risikominimierende, regelmäßige Kontrolle – nicht zuletzt als ein professionspolitisches Instrument der Ingenieure und in Kritik am obrigkeitlichen Beamtenstaat ohne notwendige Kompetenzen. Die »Unternehmerverbände mit quasi polizeilichen Kontrollaufgaben« entstanden neben der Staatsverwaltung in einem organisatorischen Vakuum und gelten heute als ein »Musterbeispiel für eine korporatistische Lösung, bei der die Verwaltung zur eigenen Entlastung Aufgaben an nicht-staatliche Akteure überträgt«<sup>77</sup>. Mit der weiteren Technikentwicklung verließ sich der Staat immer stärker auf die nachlaufende Rechtfertigung anhand des »Stands der Technik«, definiert von einer schwer kontrollierbaren »Universalexpertise«<sup>78</sup> in der Hand eines Vereinskartells, dessen »auf Erfahrung gestützte Intuition« rückblickend auch als »durch Sicherheitskoeffizienten definierte Ahnungslosigkeit« beschrieben wird.<sup>79</sup> Die Expertise der Techniker gewann dabei ein »spürbares Übergewicht«<sup>80</sup>, dessen Macht auch der Bevölkerung durch die vorgeschrriebenen Hauptuntersuchungen bestens bekannt wurde. Vor diesem

<sup>76</sup> Uekötter, Frank: »Entstehung des TÜV«, in: Armin Grunwald (Hg.): *Handbuch Technikethik*, Stuttgart/Weimar: Metzler 2013, S. 50–55.

<sup>77</sup> Ebd., S. 51.

<sup>78</sup> Ebd., S. 54.

<sup>79</sup> Radkau, Joachim: *Technik in Deutschland. Vom 18. Jahrhundert bis heute*, Frankfurt a.M.: Campus 2008, S. 311, zitiert nach Uekötter, Frank: »Entstehung des TÜV«, S. 53.

<sup>80</sup> Ebd., S. 52.

Hintergrund darf nicht erstaunen, dass weniger das Verkehrssystem sozial in die Gesellschaft eingepasst als die Gesellschaft technisch dem Verkehrssystem angepasst wurde – von autogerechten Siedlungsweisen über die schon 1914 vom TÜV übernommene Führerscheinprüfung bis hin zur praktischen Einübung verkehrsgerechten Verhaltens als erstem schulischen Lehrinhalt und einer umfassenden Verkehrserziehung beispielsweise vierzig Jahre lang jeden Freitagabend in der ARD-Serie »Der 7. Sinn«.<sup>81</sup>

Der Umgang mit Technikrisiken wurde in der Industriemoderne vor allem durch zwei Praktiken der Verantwortung im »Vorsorgestaat«<sup>82</sup> organisiert: zum einen durch die Versicherung der Risiken in einer Solidargesellschaft der Betroffenen, die gemeinschaftlich den Schaden für den einzelnen Betroffenen kompensiert, und zum anderen durch eine starke Normierung der risikanten Prozesse und ihres gesellschaftlichen Umfelds, hier des Verkehrs. Beide Strategien der vorsorgenden Regulierung verwandeln die ehemals schicksalhaften Unwägbarkeiten in ein kalkulierbares Risiko. Aus der Individualisierung und Absicherung der statistisch erwartbaren Unfallereignisse resultiert eine normative Ordnung, in der die entstehenden soziotechnischen Arrangements selbst nicht mehr problematisiert werden, sondern eine wechselseitige Selbstanpassung von Technologie und Gesellschaft qua Normierung einsetzt. Die sukzessive und unfallbezogene Entwicklung von Verkehrs- und Haftungsregeln mag das illustrieren. Beide Strategien erfordern zugleich, dass die Risiken klassifiziert und abgegrenzt werden (können).

In der aktuellen Risikoforschung wird zwar ein grundsätzlicher Wandel im Gegenstandsbereich konstatiert. So werden als historisch neue Phänomene global interdependente, systemische und potenziell katastrophale Risiken wie Finanzkrise und Klimawandel untersucht, die als nicht-lineare, entgrenzte und nicht-deterministische Ketteneffekte einen neuen Umgang mit Komplexität, Ungewissheit und Ambivalenz erfordern.<sup>83</sup> Aber die gesellschaftstheoretisch relevante Veränderung durch eine prinzipiell geteilte

81 Nowak, Kai: »Teaching self-control: road safety and traffic education in postwar Germany«, in: *Historical Social Research* 41/1 (2016), S. 135-153.

82 Ewald, François: *Der Vorsorgestaat*, Frankfurt a.M.: Suhrkamp 1993.

83 Beck, Ulrich/Kropp, Cordula: »Environmental Risks and Public Perceptions«, in: Jules Pretty/Andy S. Ball/Ted Benton et al. (Hg.): *Sage Handbook on Environment and Society*, Los Angeles/London: Sage 2007, S. 601-612; Renn, Ortwin/Lucas, Klaus/Haas, Armin et al.: »Things are different today: the challenge of global systemic risks«, in: *Journal of Risk Research* 22/2 (2019), S. 401-415.

Verantwortung und Handlungskontrolle in per se offenen und grenzüberschreitenden Systemen wird noch kaum behandelt. In der Vergangenheit stellten Natur (höhere Gewalt) und Schicksal (Fatum, zumeist religiös begründet) extern zugerechnete, prinzipielle Begrenzungen der Gestaltbarkeit, Rechtfertigung und Verantwortung dar. Demgegenüber wird die Bedeutung von *intern zugerechneter* und zugleich zwar prinzipiell, aber organisatorisch *nicht zurechenbarer* Verantwortlichkeit für technologische und insbesondere automatisierte Systeme, die ihrerseits nicht-deterministische Entscheidungen treffen und Kaskadeneffekte auslösen, in ihrer gesellschaftspolitischen Neuartigkeit und den damit einhergehenden Problemen, Verantwortlichkeit im Risikomanagement überhaupt zu definieren, noch nicht erfasst. Zwar weisen Renn et al. auf die stochastische Natur kritischer Situationen, die Bedeutung unzureichend verstandener Zukunftsviariabilität und externer Parameterverschiebung für nicht prognostizierbare Mikro-Makro-Prozesse hin.<sup>84</sup> Aber wie von Beck schon mit Verweis auf hergestellte Ungewissheiten dargestellt, können im Angesicht einer fragmentalen Kontrolle Systemvertrauen oder Technikverantwortung erst recht nicht mit einem wie auch immer differenzierten Rationalitätsanspruch, geschweige denn mit dem Verweis auf additive, modellhafte Simulation begründet werden.

#### **4. Autonomes Fahren und die Rekonfiguration von Vertrauen und Verantwortung in der Betaphase**

Die möglichen Risiken des autonomen Fahrens ergeben sich vor allem aus der fragmentierten Kontrolle in intelligenten, vernetzten Systemen und ihrer »opaken« Operationsstruktur – und genau hieraus erwachsen auch die Befürchtungen in der Bevölkerung. Geht es um die gesellschaftlich institutionalisierte Verantwortungsübernahme, fällt zuerst die Fixierung auf das sogenannte Trolley-Problem auf, ein ethisches Gedankenexperiment. In dessen Mittelpunkt stehen das einzelne, vom Technikzusammenhang isoliert betrachtete Fahrzeug und seine vermeintlich programmierbaren Entscheidungsroutinen. Diese Fixierung überdeckt sowohl das gravierendere Kontrollproblem, wie die technodigitalen Berechnungsergebnisse im volatilen Austausch mit dynamischen Informationssystemen zuzurechnen sind, als auch die grundsätzlichen Fragen, ob und inwiefern eine selbstlernend

---

84 O. Renn et al.: »Things are different today«, S. 11.

wachsende Autonomie auf Seiten der Technologie die Handlungsautonomie auf Seiten der Nutzer:innen und Betroffenen aushöhlt, die für eine Verantwortungsübernahme notwendig ist. Wie zuverlässig sollte beispielsweise eine Automatisierung funktionieren, für deren Nutzung eine permanente Überwachung geboten scheint? Oder anders formuliert: *How safe is too safe?* Wie wird es möglich sein, den Algorithmen abweichende Entscheidungen beizubringen, wenn wir unsere Präferenzen verändern und die gesellschaftspolitische Privilegierung des motorisierten Individualverkehrs angesichts ökologischer Großgefahren zugunsten anderer Mobilitätsformen revidiert werden soll, aber die privatwirtschaftlich entwickelten Befehlstrukturen schon heute nicht mehr transparent und rekonstruierbar sind? Welche soziotechnischen Arrangements werden wir in Zukunft mit Infrastrukturleistungen und Fahrzeugen in das Alltagsleben importieren und als Gestaltungselemente zulassen, deren Entwicklung und Produktion sich bereits jetzt und vor allem in Deutschland nicht an die Gesetzgebung hält?

Für die Beantwortung dieser Fragen kann es hilfreich sein, die Reorganisation von Verantwortung in der Phase der Motorisierung des Verkehrs im 20. Jahrhundert mit der aktuellen Automatisierung zu vergleichen. So waren das wesentliche *Versprechen* der industriellen Massenmotorisierung die Massenbeschäftigung und Massenteilhabe an räumlichen Mobilitätsmöglichkeiten. Hingegen werden heute als Motive für die postindustrielle Automatisierung Effizienz- und Sicherheitsgewinne in Aussicht gestellt, die erst bei voller Durchsetzung erreichbar sind, aber vor allem die Wettbewerbszwänge international operierender Unternehmen und neuartige Geschäftsmodelle für Bedarfe angeführt, deren Vorteilsgewinne für die Nutzer:innen noch nicht erkennbar sind.<sup>85</sup> Im 20. Jahrhundert orientierte sich die *Regulierung* an einer Produktkultur rund um den PKW, um eine entsprechende Infrastruktur der möglichst sicherer Nutzung zu entwickeln, ein Ziel, das bis heute nur bedingt erreicht wurde. Heute kann man hingegen von einer Programmkkultur sprechen, in deren Mittelpunkt die produktunspezifische Programmatik der Vernetzung und algorithmischen Problemlösung steht, ohne dass damit der rahmenden Infrastrukturentwicklung ein Weg gewiesen wäre. Eine zentrale Rolle spielte in den *Regulierungsregimen* der Motorisierung die soziale, zeitliche und räumliche Begrenzung und Kontrolle der zu Risiken umgewandelten Gefahren durch die an verbindlichen Normen ausgerichtete Sozialisation

---

85 J. Hampel et al.: »Zur gesellschaftlichen Wahrnehmung des voll autonomen Fahrens«, S. 38-45.

aller Verkehrsteilnehmer:innen, die Abgrenzung der Verkehrsräume und die regelmäßige Überprüfung der beteiligten Technologien und Standards. Demgegenüber werden in der Gegenwart selbstfahrende Fahrzeuge mehr oder weniger klandestin in den alten Systemen und mit entgrenzter Öffnung hin zu allen anderen Versorgungssystemen erprobt. Dabei wird eine experimentelle Technikentwicklung mit integrierter Regelsuche und -entwicklung propagiert, für die aber keine klaren Ziele, Akteursstrukturen und Zuständigkeiten benannt oder Verfahrensregeln aufgestellt wurden, wie dies für Laborsituationen üblich wäre. Wie die Geschichte des TÜV zeigt, erfolgte der *institutionelle Umgang mit Unsicherheit* in Deutschland korporativ und war wesentlich von der wechselseitigen Ergänzung eines unternehmerischen Selbsthilfevereins mit professioneller Expertise und einer staatlichen Durchsetzungsmacht mit entsprechenden Verantwortungs- und Haftpflichten gekennzeichnet. Demgegenüber lässt sich das Akteursgefüge im gegenwärtig absehbaren Umgang mit Unsicherheit als liberalistisch und neuerlich entgrenzt beschreiben: Die Politik hat die rechtlichen Hindernisse der Erprobung beseitigt (Wiener Abkommen), ohne zugleich die notwendigen Verantwortungs- und Haftungsbedingungen mehr als vage bestimmen zu können. Man sieht sich eben in einer gesellschaftlichen Betaphase, um noch einmal die Situationsdeutung des Tesla-Entwicklers Musk zu bemühen, und kann nur hoffen, dass mit der Technostruktur auch die Prozesse der Institutionenbildung wachsen mögen. Schließlich prägte das probabilistische Versicherungskalkül das *Risikoverständnis* der Industriemoderne generisch mit seiner Vorstellung einer anhand von Schadenshöhe und Eintrittswahrscheinlichkeit berechenbaren Kompensation individuell relevanter Risiken. In der digitalen Spätmoderne sind die Grenzen dieses Risikomanagements durch die nuklearen Großkatastrophen längst erkannt<sup>86</sup> und es ist allenthalben von Kritikalität und entgrenzten Kaskadeneffekten die Rede.<sup>87</sup> Katastrophen und nicht mehr eingrenzbare Schadensverläufe lassen sich aber weder versichern noch kompensieren, sondern sind Ausdruck unorganisierter Experimente im Rahmen einer organisierten Unverantwortlichkeit.

Die im Falle der Verkehrssysteme weit in alle gesellschaftlichen Bereiche hineinreichenden intelligenten Systeme versprechen mit ihrem Namen, was

---

86 U. Beck: Risikogesellschaft; U. Beck/C. Kropf: »Environmental Risks«.

87 IRGC: Guidelines for Emerging Risk Governance. Report. Lausanne: International Risk Governance Council (IRGC) 2015.

ihre Entwicklung nicht leistet. In der Konsequenz formuliert die Ethikkommission in ihrer Regel 19 im wahrsten Sinne des Wortes fromme Wünsche: »In Notsituationen muss das Fahrzeug autonom, d.h. ohne menschliche Unterstützung, in einen ›sicheren Zustand‹ gelangen. Eine Vereinheitlichung insbesondere der Definition des sicheren Zustandes oder auch der Übergaberoutinen ist wünschenswert.<sup>88</sup> Im laufenden Betrieb ersetzt autonome Mobilität aber nicht nur Fahrzeugführer:innen durch Computer. Vielmehr bereiten Automobilindustrie und Politik in der für Deutschland typischen Einmütigkeit im Verkehrsbereich einen umfassenden Wandel vor. Dessen Technostruktur könnte zukünftig genauso bestim mend, langlebig und folgenreich sein wie diejenige der Massenmotorisierung und eventuell wieder eine generative Wirkung für das Risikomanagement entfalten. Die gegenwärtigen Entwicklungen legen insofern die Spielregeln der Zukunft fest. Sie liegen weitestgehend in den Händen von Automobil- und Softwareherstellern, denen die Regierungspolitik und -administration bereitwillig Straßen und öffentliche Räume als Teststrecken und Labore zur Verfügung stellen.<sup>89</sup> Kritische Teile der subsidiären Politik und der Zivilgesellschaft erkennen demgegenüber die Komplexität der Aufgabe und wirken wie von ihr überwältigt. Die zukunfts fähige Gestaltung der Mobilitätssysteme gilt zwar als ohnehin überfällig, aber politisch nicht durchsetzbar. Fragen der Nachhaltigkeit, also der langfristigen Fortführbarkeit heutiger Technologiepade und ihre Modifikation, um die Lebensqualität zukünftiger Generationen zu gewährleisten, werden wie ein lästiges Detail behandelt. So bleiben Entscheidungen über zukünftige ökologische und soziale Gefährdungen ausgerechnet in der Hand einer Industrie, die nachdrücklich bewiesen hat, dass sie Umweltnormen nicht nur geringes Interesse entgegenbringt, sondern zur Erreichung ihrer Geschäftsziele auch bereit ist, diese um ein Zif faches zu überschreiten und in betrügerischer Absicht systematisch zu umgehen. Die Autoindustrie delegiert jede Verantwortlichkeit für die sozialen Folgen ihrer Produkte an eine Politik, die sie zu korrum pieren weiß.

Die einleitend dargestellte Episode steht allerdings nicht nur für den Um stand, dass das »selbstfahrende Fahrzeug« und die zugrunde liegende Technologieentwicklung für alle offensichtlich von den Repräsentant:innen der Mobilitätsindustrie »fern gesteuert« werden. Sie steht auch dafür, dass selbst

88 BMVI: »Ethik-Kommission«, S. 13.

89 J. Stilgoe: »Seeing like a Tesla«, S. 6.

nach der Einsicht in diesen Umstand den Beobachter:innen in Politik und Gesellschaft angesichts der Komplexität der Gestaltungsaufgabe Mut und Kreativität für eine klare Zielbestimmung, sachgerechte Regulierungsanforderungen und die Bereitschaft zum notwendigen Aufbau geeigneter Institutionen fehlen. Das politisch-institutionelle Vakuum wird – wie schon im Fall der Motorisierung – durch das Versprechen unternehmerischer Entscheidungen zu gunsten primär technischer Konzepte gefüllt. Konstellationen hybrider Kontrolle, in denen menschliche und nicht-menschliche, systeminterne und -externe Wechselwirkungen zu schwer absehbaren, aber unter Umständen katastrophalen Folgen führen können, bedürfen jedoch einer verantwortlichen, über technische und wirtschaftliche Belange hinausgehenden Einbindung sozialer, kultureller und ökologischer Ansprüche.