

Johannes Weyer

VERMENSCHLICHUNG DER TECHNIK?

**DIE INTERAKTION VON MENSCHEN UND
KÜNSTLICHER INTELLIGENZ IN ALLTÄGLICHEN KONTEXTEN**

Soziologisches Arbeitspapier Nr. 60/2022

Herausgeber

Prof. em. Dr. Hartmut Hirsch-Kreinsen

Prof. Dr. Cornelius Schubert

Prof. Dr. Johannes Weyer

Vermenschlichung der Technik?

Die Interaktion von Menschen
und künstlicher Intelligenz
in alltäglichen Kontexten

Johannes Weyer

**Soziologisches Arbeitspapier Nr. 60
(Februar 2022)**

TU Dortmund

ISSN 1612-5355

Herausgeber

Prof. em. Dr. Hartmut Hirsch-Kreinsen
vormals Professur Wirtschafts- und Industriesoziologie
Hartmut.Hirsch-Kreinsen@tu-dortmund.de

Prof. Dr. Cornelius Schubert
Professur Wissenschafts- und Techniksoziologie
cornelius.schubert@tu-dortmund.de

Prof. Dr. Johannes Weyer
Professur Techniksoziologie
johannes.weyer@tu-dortmund.de

Technische Universität Dortmund
Fakultät Sozialwissenschaften
D-44221 Dortmund

Ansprechpartner

Marion Nölle, e-Mail: ts.sowi@tu-dortmund.de

Verzeichnis bereits erschienener Arbeitspapiere und Download

<https://eldorado.tu-dortmund.de/handle/2003/26532>

<https://ts.sowi.tu-dortmund.de/forschung/soziologische-arbeitspapiere>

Die Soziologischen Arbeitspapiere erscheinen in loser Folge. Mit ihnen werden Aufsätze (oft als Preprint), sowie Projektberichte und Vorträge publiziert. Die Arbeitspapiere sind daher nicht unbedingt endgültig abgeschlossene wissenschaftliche Beiträge. Sie unterliegen jedoch in jedem Fall einem internen Verfahren der Qualitätskontrolle.

Die Reihe hat das Ziel, der Fachöffentlichkeit soziologische Arbeiten aus der Fakultät Sozialwissenschaften der Technischen Universität Dortmund vorzustellen. Anregungen und kritische Kommentare sind nicht nur willkommen, sondern ausdrücklich erwünscht.

Inhalt

1	Soziologische Zugänge zu intelligenter Technik	5
1.1	Die Perspektive der Soziologie	5
1.2	Mensch und Technik	6
1.3	Grenzverschiebungen	6
1.4	Grenzen künstlicher Intelligenz.....	7
2	Hochautomatisierte Systeme	8
2.1	Airbus A320	8
2.2	Boeing und das MCAS	10
2.3	Fazit	11
3	Ein Blick in die Zukunft.....	11
3.1	Luftfahrt	11
3.2	Straßenverkehr	12
4	Autonome Autos als soziale Wesen?.....	13
4.1	Interaktion mit anderen Verkehrsteilnehmer:innen.....	14
4.2	Erkennen, Verstehen, Vorhersehen	16
4.3	Komplexes Verkehrsgeschehen	17
4.4	Interne Interaktion.....	17
5	Konfliktsituationen	18
5.1	Ethische Dilemmata	19
5.2	Regelkonformität und Regelverstöße	19
6	Fazit.....	21
7	Literatur	22

Abstract

Wenn autonome Autos – mit künstlicher Intelligenz an Bord – eines Tages im Straßenverkehr auftauchen, werden sie uns Menschen als Fußgänger:innen oder Radfahrer:innen in alltäglichen Kontexten begegnen.

Um komplexe Situationen etwa an einer Straßenkreuzung zu bewältigen, müssen sie zu sozialer Interaktion in der Lage sein, also menschliches Verhalten nicht nur verstehen, sondern sich auch verständlich machen, z.B. durch Blickkontakt oder Gesten. Künstliche Intelligenz führt also genau zu dem Gegenteil dessen, was sie verspricht: Der Mensch wird nicht überflüssig, sondern die Technik wird vermenschlicht.

Ob es wünschenswert ist, mit Maschinen zusammenzuleben, die soziale Wesen mit menschlichen Eigenschaften sind, lässt der Beitrag bewusst offen.

1 Soziologische Zugänge zu intelligenter Technik

Die Frage, welche Rolle Technik in modernen Gesellschaften spielen wird bzw. spielen soll, stellt sich mit jeder neuen Technikgeneration erneut. Die Dampfmaschine, das Telefon, das Automobil und der Computer haben die Gesellschaft geprägt und massive Veränderungen ausgelöst, die sich in Wirtschaft und Gesellschaft, aber auch im privaten Alltag manifestiert haben.¹

Künstliche Intelligenz schickt sich nunmehr an, das Verhältnis von Mensch und Technik erneut zu revolutionieren. Denn mit diesem neuen Typus von Technik geht das Versprechen einher, intelligente Maschinen zu entwickeln, die nicht nur eigenständig Probleme lösen, sondern darüber hinaus in der Lage sind, aus Erfahrungen zu lernen und auf diese Weise ihre Fähigkeiten weiterzuentwickeln. Was dem einen als Verheißung gilt, erscheint dem anderen als eine gespenstische Vorstellung, geht damit doch das Versprechen – bzw. die Bedrohung – einher, dass Maschinen dem Menschen immer ähnlicher werden und zunehmend Verhaltensweisen entwickeln, die nicht bzw. nur schwer vorhersehbar sind.

1.1 Die Perspektive der Soziologie

Der soziologische Zugang zu dieser Thematik unterscheidet sich von dem der Ingenieur:innen und Informatiker:innen wie auch dem der Philosoph:innen und Theolog:innen insofern, als er den Blick auf das „handelnde Zusammenwirken“ (Schimank 2010) richtet. Soziolog:innen interessieren sich nicht (bzw. nur am Rande) dafür, was in den Köpfen der einzelnen Menschen vorgeht; dies ist Thema der Psychologie. Sie interessieren sich ebenfalls nicht (bzw. nur am Rande) dafür, wie Menschen vernünftigerweise entscheiden sollten; damit beschäftigt sich unter anderem die Ökonomie. Und Fragen der Moral delegieren Soziolog:innen gerne an die Philosophie oder die Theologie.

Denn ihr Interesse gilt vor allem den sozialen Interaktionen der Menschen sowie den daraus resultierenden sozialen Dynamiken. Soziolog:innen schauen darauf, wie unterschiedliche Menschen in ihren Handlungen wechselseitig Bezug aufeinander nehmen und so soziale Strukturen schaffen – in der Familie, in der Schule, im Unternehmen, im Sportverein, in einer sozialen Bewegung – und wie umgekehrt die einmal geschaffenen sozialen

¹ Bei diesem Text handelt es sich um die ausgearbeitete Version eines Vortrags im Rahmen der Ringvorlesung „Gratwanderung Künstliche Intelligenz. Interdisziplinäre Perspektiven auf das Verhältnis von Mensch und KI“, die von den Theologen Karl-Heinrich Ostmeyer und Marcel Scholz im Sommersemester 2021 an der TU Dortmund veranstaltet wurde.

Strukturen das Handeln der Menschen prägen (Berger/Luckmann 1980, Esser 1993).

1.2 Mensch und Technik

Der soziologische Blick richtet sich seit geraumer Zeit auch auf die Technik und das Zusammenwirken von Mensch und Technik. Wer telefoniert, wenn wir ein Telefonat führen statt von Angesicht zu Angesicht miteinander zu sprechen? Das Telefon alleine? Gewiss nicht. Der Mensch alleine? Ebenfalls nicht, denn sie/er wäre aus eigener Kraft nicht in der Lage, ein Telefonat zu führen. Soziolog:innen, die sich in der Subdisziplin der Techniksoziologie mit derartigen Themen befassen, haben sich daher angewöhnt, von sozio-technischen oder verteilten oder hybriden Systemen zu sprechen (Weyer 2008). Mit diesen Formulierungen tragen sie der Tatsache Rechnung, dass die Menschen – eigentlich bereits seit Beginn der menschlichen Zivilisation – nicht allein auf dieser Welt sind, sondern ihren privaten und beruflichen Alltag wie auch ihr gesellschaftliches Leben im Zusammenwirken von Menschen und technischen Geräten organisieren und bewältigen.

Deshalb plädiert der folgende Beitrag für einen Perspektivwechsel auch in der KI-Debatte. Aus Sicht der Soziologie ist es weniger interessant, ontologische Fragen zu diskutieren, etwa *ob Roboter denken* können, *ob* sie eine dem Menschen vergleichbare Intelligenz besitzen und *ob* sie den Menschen eventuell eines Tages überflügeln werden. In soziologischer Perspektive ist es weitaus spannender zu untersuchen, *wie Roboter handeln*, vor allem aber *wie* sie in soziotechnischen Systemen mit Menschen, aber auch mit anderen technischen Geräten interagieren. Der Blick geht also weg von Ob-Fragen und hin zu Wie-Fragen.

1.3 Grenzverschiebungen

Das unaufhaltsame Vordringen intelligenter Technik wirft die Frage nach der Rollenverteilung und einem möglichen Kontrollverlust auf (Weyer 2019a). Schon in den vergangenen Jahrzehnten konnte man eine Grenzverschiebung derart beobachten, dass immer mehr praktische Handlungen, die ursprünglich von Menschen ausgeführt wurden, von technischen Systemen übernommen wurden, z.B. von Automaten wie der Waschmaschine (vgl. Abbildung 1). Autonome bzw. teilautonome Systeme wie der Spamfilter oder der Bremsassistent im Auto treffen sogar Entscheidungen, wie sie bislang ausschließlich dem Menschen vorbehalten waren. Künstliche Intelligenz steht in dieser Tradition, verschiebt die Grenze jedoch noch ein Stück weiter; denn sie beinhaltet die Verheißung, dass technische Systeme eines Tages ganz ohne menschliches Zutun operieren könnten, der Mensch also die Kontrolle vollständig abgeben und als Mitspieler überflüssig werden würde.

In der Frühphase der Maschinisierung um 1800 war die Maschine ein Hilfsmittel für Arbeiten, die von Mensch und Maschine ausgeführt, aber ausschließlich vom Menschen gesteuert und überwacht wurden (z.B. im Fall der Dampfmaschine). Diese Grenze, an der eine Mensch-Maschine-Interaktion (MMI) stattfindet, verschiebt sich mit der Automatisierung Mitte des 20. Jahrhunderts in dem Maße, in dem die Maschine immer stärker auch an der Prozesssteuerung beteiligt ist (z.B. im Fall der Waschmaschine).

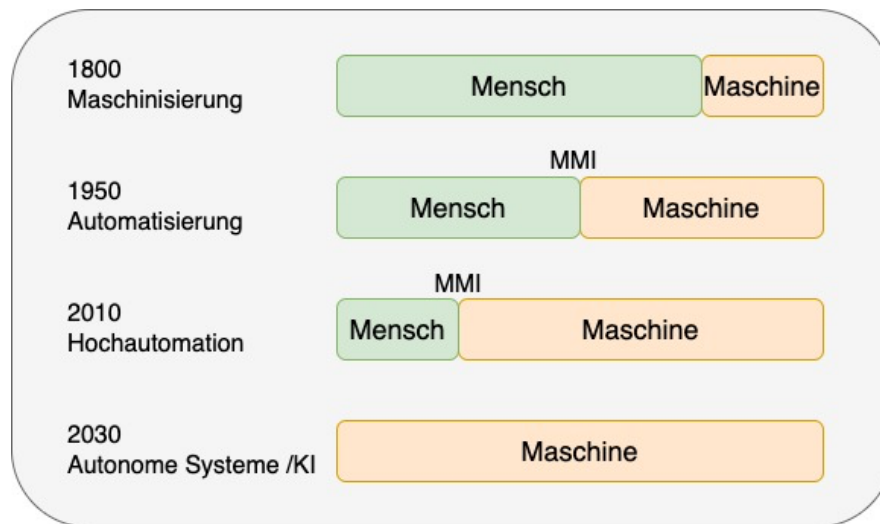


Abbildung 1: Stadien der Automatisierung (eigene Darstellung)

Im Zeitalter der Hochautomation um die Jahrtausendwende ist der Mensch in vielen Fällen nur noch für die Überwachung zuständig (z.B. im Fall des Autopiloten im Flugzeug); und KI-Systeme der Zukunft versprechen eine vollständige Übernahme sämtlicher Funktionen durch die Maschine.

1.4 Grenzen künstlicher Intelligenz

Definiert man künstliche Intelligenz im engeren Sinne, dann meint dies maschinelles Lernen, also lernende bzw. lernfähige Systeme, die durch fortgesetztes Training zu intelligenten Problemlösungen fähig werden (Kersting/Natarajan 2015, Morik 2018, Molina/Garip 2019). In den Bereichen der Luftfahrt bzw. des Straßenverkehrs, die im Folgenden im Mittelpunkt stehen werden, sind derartige Systeme meines Wissens noch nicht im praktischen Einsatz. Es gibt zudem berechtigte Zweifel, ob derartige Technik in sicherheitskritischen Systemen, in denen es auf nahezu hundertprozentige Zuverlässigkeit ankommt, jemals zum Einsatz kommen wird. Die spezifischen Eigenschaften von KI, unvorhergesehene Lösungen zu generieren, stehen bislang einer Anwendung in der Luftfahrt entgegen, da es hier auf Verlässlichkeit im Sinne verlässlich reproduzierbarer Wenn-dann-Verknüpfungen ankommt. Ob es jemals möglich sein wird, in diesem Bereich Technologien einzusetzen, die noch lernen, also noch nicht „ausgelernt“ haben, erscheint zweifelhaft.

Eine Vielzahl von Studien zeigt, wie unzuverlässig KI-Systeme gerade in ihrer Paradedisziplin, der Bildverarbeitung und Mustererkennung, bislang sind, wenn es beispielsweise um die Unterscheidung von Hunden und Katzen geht.² Offenkundig ist die KI noch weit von der Einlösung ihrer vollmundigen Versprechen entfernt. Da KI-Systeme nach dem Black-Box-Prinzip operieren, ist es oftmals auch kaum möglich herauszufinden, warum das KI-System ein fehlerhaftes Ergebnis generiert hat. Jürgen Beyerer plädiert daher dafür, KI-Systeme als Grey Box zu konzipieren, die nicht ausschließlich datengetrieben sind, sondern mit Expert:innen-Vorwissen bestückt werden, um offenkundig Unsinniges auszufiltern, die Systeme zu normieren und die Plausibilität von Entscheidungen zu überprüfen (Beyerer/Niggemann 2018).

Da KI-basierte Anwendungen in den Feldern Luftfahrt und Straßenverkehr noch rar sind, geht der folgende Abschnitt zunächst einen Schritt zurück in das Zeitalter der Hochautomation, das in den 1980er Jahren eingeläutet wurde und aktuell noch andauert, und wirft von dort einen Blick in eine mögliche Zukunft.

2 Hochautomatisierte Systeme

Die Luftfahrtbranche ist ein Pionierbranche, in der bereits in den 1980er Jahren Strategien der Hochautomation verfolgt wurden. Der Airbus A320, der 1988 in Dienst gestellt wurde, war der erste Vertreter einer neuen Generation des computergestützten Fliegens, bei der der Bordcomputer die Arbeit der Pilot:innen ganz oder teilweise übernehmen konnte (Weyer 1997). Die Pilot:innen fiel damit die Aufgabe der Überwachung eines hochautomatisierten Systems zu, das die meisten Situationen eigenständig bewältigte und nur im Störfall menschliche Eingriffe erforderte.

2.1 Airbus A320

Die Firma Airbus hat – auch um sich vom Konkurrenten Boeing abzuheben – diese technophile Automationsphilosophie mit besonderem Nachdruck verfolgt und Kontrollmechanismen in die Steuerung des Flugzeugs eingebaut, die verhindern sollten, dass ein Flugzeug aufgrund eines menschlichen Bedienfehlers in eine kritische Situation gerät oder sogar abstürzt. Die revolutionäre Fly-by-wire-Technik übermittelt die Steuerkommandos der Pilot:innen nicht mehr wie zuvor bei hydraulischer Steuerung direkt an die Turbinen, Stellflächen etc., sondern zunächst an den Bordcomputer, der die passenden Werte errechnet, übermittelt und zugleich verhindert, dass

² Dies legen die Beiträge nahe, die Gregor Schiele, Katharina Morik und Eva Schmidt im Rahmen der Ringvorlesung „Gratwanderung KI“ im Sommersemester 2021 an der TU Dortmund gehalten haben.

gesetzte Limits überschritten werden. In einem Airbus ist es nahezu unmöglich, dass eine Pilot:in das Flugzeug mutwillig zum Absturz bringt.³

Die menschliche Bediener:in wurde damit auf die Rolle einer Lückenbüßer:in reduziert – zugleich aber verbunden mit der Erwartung, im Fall der Fälle einzugreifen und mögliche Fehler des Autopiloten zu korrigieren.

Eine Absturzserie von Flugzeugen des Typs A320 in den 1990er Jahren hat jedoch Zweifel aufkommen lassen, ob das computergestützte Fliegen in der von Airbus konzipierten radikalen Form sicher und zuverlässig ist. Manche Flugzeuge wurden vollautomatisch in die Katastrophe gesteuert, ohne dass den Pilot:innen dies bewusst war – so geschehen beim Landeanflug eines A320 auf Straßburg im Januar 1992. Andere Flugzeuge konnten, nachdem sie in eine kritische Situation geraten waren, nicht gerettet werden, weil den Pilot:innen die Eingriffe verwehrt waren, mit denen sie normalerweise derartige Situationen souverän bewältigt hätten – so geschehen beim Landeanflug eines A320 auf Warschau im September 1993.

In anderen Fällen konnte eine Katastrophe nur knapp verhindert werden, weil es den Pilot:innen mittlerweile gestattet war, den Autopiloten kurzfristig abzuschalten und auf manuellen Betrieb umzuschalten – so beim Anflug eines A320 im März 2008 in Hamburg während des Orkans Emma.

In der Rückschau betrachtet, hat Airbus – wie auch die Branche insgesamt – einen Lernprozess vollzogen, der eine vorsichtige Abkehr von überzogenen Automationsstrategien beinhaltete. Zweifellos hat der Bordcomputer das Fliegen sicherer gemacht und dazu beigetragen, etliche kritische Situationen zu bewältigen bzw. zu verhindern. Aber er hat auch neue Probleme an der Mensch-Maschine-Schnittstelle geschaffen, auf die niemand so recht vorbereitet war und für die es bis heute kaum Lösungen gibt.

Zu nennen sind etwa das Vigilanzproblem, also die mangelnde Wachsamkeit der Pilot:innen beispielsweise auf einem Langstreckenflug über den Atlantik, wenn stundenlang nichts passiert und praktisch nicht zu tun ist (zumindest im traditionellen Sinn der manuellen Steuerung eines Flugzeugs). Damit geht oftmals ein überzogenes Vertrauen in Automation einher, also eine zu geringe Kontrolle der automatischen Systeme und eine zu geringe Wachsamkeit.

Auch das Problem der Mode Confusion spielt bis heute bei etlichen Flugzeugunglücken eine fatale Rolle. Die Pilot:innen wissen oftmals nicht, in welchem Betriebsmodus sich das System befindet – auch weil es so

³ Korrekt muss es heißen: War nahezu unmöglich, denn seit dem Absturz des Germanwings Airbus in Frankreich im März 2015 weiß man, dass es Wege gibt, auch diese Mechanismen zu umgehen – insbesondere da seit den 1990er Jahren etliche Sicherungsmechanismen entschärft wurden und den Pilot:innen mehr Autorität eingeräumt wurde.

programmiert ist, dass es in bestimmten Situationen automatisch von einem Modus in den anderen umschaltet. Dies ist beispielsweise bei einer Landung der Fall, wenn das Flugzeug nach Bodenkontakt vom Flight Mode in den Ground Mode wechselt.

Spätestens als der Chef-Testpilot von Airbus bei einem Flugzeugunglück im Juni 1994 ums Leben kam, war allen Beteiligten klar, dass die technophile Automationsstrategie gescheitert war.

2.2 Boeing und das MCAS

Lange Zeit galt Boeing als das leuchtende Gegenbeispiel eines Flugzeugbauers, bei dem die menschliche Bediener:in immer das letzte Wort hat und die Automation vor allem dazu dient, die Pilot:innen zu unterstützen, nicht aber zu ersetzen. Im persönlichen Gespräch haben Pilot:innen immer hervorgehoben, dass sie eine Boeing-Maschine noch aktiv selbst fliegen (und dies gerne tun), während sie im Airbus eher das Gefühl haben, vom Bordcomputer geflogen zu werden (und dies als wenig befriedigend empfinden).

Zwei Flugzeugabstürze in den Jahren 2018 und 2019 mit dem neuen Modell der Boeing 737 MAX brachten jedoch zum Vorschein, dass auch Boeing dazu übergegangen war, Systeme wie das MCAS in ihren Flugzeugen zu installieren, die unlösbare Konflikte zwischen Pilot:innen und Autopiloten produzierten. Die Boeing 737 war ein niedrig gebautes, gedrungenes Flugzeugmodell aus den 1960er Jahren, dessen technische Grundlage veraltet war und das längst durch ein moderneres Modell hätte ersetzt werden müssen. Man entschied sich aber für eine Weiterentwicklung und stattete die 737 mit modernen, kerosinsparenden Triebwerken aus, die jedoch deutlich größer als die Vorgängermodelle waren. Da der Platz unterhalb der Tragflächen zu knapp war, wurde die Triebwerke leicht versetzt weiter vorne montiert. Der dadurch entstehende Auftrieb wurde durch ein System namens MCAS kompensiert, das im Hintergrund agiert und in die Trimmung des Flugzeugs eingreift.⁴ Aufgrund fehlerhafter Input-Signale hat MCAS die damit ausgerüsteten Boeing-Flugzeuge immer wieder in instabile Lagen gebracht und auch die Eingriffe der Pilot:innen „korrigiert“ bzw. konterkariert, die versuchten der Automation entgegenzusteuern.

Dabei hat Boeing den Fehler wiederholt, den schon Airbus in den 1980er und 1990er Jahren gemacht hatte, nämlich nicht zu kommunizieren, dass ein derartiges System an Bord ist, wie genau es funktioniert und wie man es im Notfall deaktivieren kann. Indem man die Boeing 737 MAX als praktisch

⁴ Vereinfacht gesagt, bedeutet *Trimmung*, das Flugzeug in eine stabile Lage zu bringen, damit dann die *Steuerung* greifen kann, also die Veränderung von Richtung, Höhe etc. Man denke an das Fahrradfahren, das ähnlich funktioniert.

identisch mit dem Vorgängermodell darstellte, hoffte man, auf Akzeptanz bei den Pilot:innen zu stoßen und den Schulungsaufwand zu verringern.

2.3 Fazit

Beide Beispiele – sowohl Airbus als auch Boeing – verweisen auf die Notwendigkeit einer gut funktionierenden Mensch-Maschine-Interaktion selbst und gerade in hochautomatisierten Systemen. Dahinter muss zudem eine gut funktionierende Unternehmenskultur stehen, die Wert auf Fragen der Sicherheit legt und die Kommunikation im Unternehmen, aber auch innerhalb der Crews fördert (vgl. Weyer 2019b).

Folgt man den Verheißungen der künstlichen Intelligenz, so könnte all dies bald überflüssig sein, wenn nämlich KI-Systeme unsere Flugzeuge, Autos, Bahnen etc. steuern und damit Eingriffe des Menschen gänzlich überflüssig werden. Es klingt ein bisschen nach Déjà-vu, und die Automationsdebatten der 1980er und 1990er Jahre scheinen sich zu wiederholen.

3 Ein Blick in die Zukunft

KI-Systeme, die lernfähig sind und zu unvorhersehbarem Verhalten in der Lage sind, werden auf absehbare Zeit in sicherheitskritischen Bereichen wie der Luftfahrt nicht zum Einsatz kommen, zu sehr ist die Sicherheitsphilosophie dieser Branche auf Zuverlässigkeit im Sinne von Reproduzierbarkeit von Ereignissen fixiert. Ein Flugzeug, das in eine kritische Situation gerät, welche die Bordsysteme nicht beherrschen, kann sich nicht in einen risikominimalen Zustand begeben, wie es bei SAE-Level 4 der Fall ist, dem zweithöchsten Automationsgrad im Straßenverkehr. Das hochautomatisierte Auto der Zukunft, das nicht weiter weiß, fährt rechts an den Straßenrand und schaltet die Warnblinkanlage an. Dies ist in der Luftfahrt unmöglich.

3.1 Luftfahrt

In der Luftfahrt wird es voraussichtlich weitere Schritte der Automation geben, wie sie sich im militärischen Bereich bereits andeuten. Autonome Kampfdrohnen, die im Irak oder in Afghanistan im Einsatz ist, suchen ihre Ziele selbsttätig und werden aus Leitständen in den USA bzw. Deutschland fernüberwacht.

In zivilen Flugzeugen ist ein Ein-Mensch-Cockpit mit nur noch einer Pilot:in an Bord denkbar, deren Copilot:in in einer Luftverkehrszentrale am Boden sitzt und sich von dort bei Bedarf in mehrere Cockpits zuschalten kann (Borchers/Borchers 2008). Im Notfall könnte die Copilot:in sogar die Fernsteuerung des Flugzeugs übernehmen und damit katastrophale Ereignisse wie den Absturz der Helios-Maschine im Jahr 2005 über Griechenland (mit

zwei bewusstlosen Piloten an Bord) oder den Absturz der Germanwings-Maschine 2015 verhindern. Ferngesteuerte Passagierflugzeuge ganz ohne Pilot:innen an Bord wird es vermutlich aus Akzeptanzgründen in absehbarer Zukunft nicht geben.

3.2 Straßenverkehr

Im Straßenverkehr ist die Situation insofern anders, als es die Option des risikominimalen Zustands gibt, also der temporären Außerbetriebnahme des Fahrzeugs. Der Straßenverkehr stellt jedoch ein wesentlich komplexeres Geschehen dar als der Luftverkehr, weil es hier zu einer Vielzahl von ungeplanten und teils schwer vorhersehbaren Interaktionen kommen kann.

Auch wenn das Flugzeug an sich zweifellos ein komplexes System ist, so stellt der Luftverkehr insgesamt ein relativ einfaches, lineares System dar. Die Flugzeuge fliegen auf fest definierten Luftstraßen in sicheren Abständen hintereinander her und werden nicht nur da, wo es enger wird (z.B. in der Nähe von Flughäfen), von Fluglots:innen engmaschig überwacht und geleitet. Unvorhergesehene Ereignisse bzw. plötzliche Begegnungen mit anderen Verkehrsteilnehmer:innen sind eher die Ausnahme. Wenn sie dennoch eintreten, kann der Schaden groß sein.

Der Straßenverkehr hingegen ist ein komplexes System, dessen Zustand sich permanent dynamisch verändert. Autos, Busse, Fahrräder und Fußgänger begegnen sich mit minimalen Abständen, die in der Luftfahrt tabu wären; ständig wechselt die Szene, weil sich das Wetter ändert, die Fahrspuren unterschiedlich markiert sind, ein Auto falsch parkt, die Ampel defekt ist, vor allem aber weil andere Verkehrsteilnehmer:innen im Spiel sind, die das Geschehen auf unterschiedliche Weise mitgestalten. Zudem können im fließenden Verkehr jederzeit unerwartete Ereignisse eintreten.

KI-Systeme kommen hier insofern ins Spiel, als sie in der Lage sind, Bilder zu analysieren und in ihnen Muster zu erkennen, also blitzschnell zu entscheiden, ob es sich um eine:n Radfahrer:in handelt, die trotz Annäherung des eigenen Fahrzeugs die Straße unachtsam überquert, oder lediglich um eine aufgewirbelte Plastiktüte. Auch können KI-Systeme durch „Beobachtung“ menschlichen Verhaltens lernen, wie ein:e menschliche Autofahrer:in in bestimmten Situationen reagiert. Derartige Systeme der Mustererkennung sind bereits in der Entwicklung und im Einsatz, und sie werden zweifellos dazu beitragen, den Straßen-, aber auch den Schienenverkehr sicherer zu machen.

Bis all dies zuverlässig funktioniert, ist es jedoch noch ein weiter Weg, wie das folgende Beispiel zeigt (vgl. Abbildung 2). Schon eine kleine Manipulation, die den meisten Menschen sofort auffällt, führt dazu, dass die KI ein Stoppschild für ein Verkehrsschild hält, das die zulässige Höchstgeschwin-

digkeit anzeigt, und so möglicherweise eine gefährliche Situation provoziert. KI trifft hier offenkundig eine Fehlentscheidung; eine Warnung an die Nutzer:in unterbleibt, und es ist in derartigen Fällen nahezu unmöglich nachzuvollziehen, warum die KI versagt hat. Das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI), von dem das Beispiel stammt, warnt daher vor den Schwachstellen von KI und fordert, dass Technik, die in sicherheitskritischen Bereichen eingesetzt wird, stets ein verlässliches, vorhersehbares Verhalten zeigen muss.



Abbildung 2: Schwachstellen künstlicher Intelligenz (Quelle: BSI 2022)

4 Autonome Autos als soziale Wesen?

Selbst wenn es eines Tages gelingen sollte, die Sicherheitsprobleme von KI verlässlich zu lösen, wird dies nicht dazu führen, dass jegliche Mensch-Maschine-Interaktion entfällt, wie es Abbildung 1 (weiter oben) suggerieren mag. Noch befinden wir uns in der Phase der Hochautomation bzw. – im Fall des Automobils – auf SAE-Level 3, auf dem noch eine Interaktion zwischen Fahrer:in und Assistenzsystemen stattfindet.

Sollten autonome Autos eines Tages SAE-Level 5 erreichen, dann könnten etwa Robotaxis flexible On-demand-Dienste anbieten und so dem öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV) neuen Schub verleihen. In dieser höchsten Automationsstufe wird das Fahrzeug zu eigenständigen Problemlösungen in der Lage sein und sämtliche Situationen, auch unvorhergesehene, souverän meistern. Menschliche Eingriffe sind dann nicht mehr nötig – und auch nicht mehr möglich. Der Mensch wird zum Passagier, und Mobilität wird auch für die Bevölkerungsschichten möglich, die bislang mit

Mobilitätsangeboten schlecht versorgt sind, z.B. weil sie sich kein (Elektro-)Auto leisten können oder weil sie in ländlichen Regionen leben.

Die Mobilität der Zukunft kommt auf den ersten Blick ohne den Menschen aus, der nunmehr an der Steuerung des Fahrzeugs nicht mehr beteiligt ist. Es wäre allerdings ein Trugschluss zu glauben, dass damit keinerlei Mensch-Maschine-Interaktion mehr stattfindet; denn autonome Autos werden anderen Menschen und Maschinen in alltäglichen Kontexten begegnen. Damit verschärft sich Situation in gewisser Weise, weil die Probleme, die man an einer Stelle erfolgreich bewältigt zu haben glaubt, sich nunmehr an anderen Stellen umso deutlich bemerkbar machen. Die Mensch-Maschine-Interaktion verlagert sich in zwei Bereiche, die bislang nur wenig erforscht sind, nämlich in die Interaktion zwischen dem autonomen Fahrzeug und seinen Passagieren (interne Interaktion) sowie die Interaktion mit anderen Verkehrsteilnehmer:innen (externe Interaktion), z.B. Radfahrer:innen oder Fußgänger:innen (vgl. Abbildung 3).

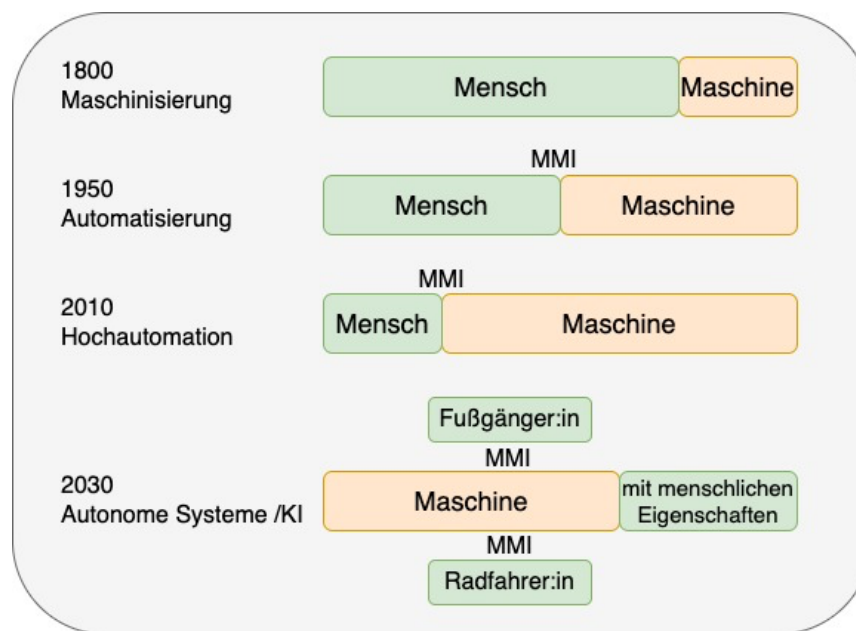


Abbildung 3: Mensch-Maschine-Interaktion im Fall autonomer Systeme (eigene Darstellung)

4.1 Interaktion mit anderen Verkehrsteilnehmer:innen

Man stelle sich folgende Alltagssituation vor: Ein:e Fußgänger:in steht am Straßenrand an einem Fußgängerüberweg („Zebrastreifen“) oder an einer Fußgängerinsel, und es nähert sich ein Auto mit Fahrer:in an Bord. Typischerweise wird eine Interaktion stattfinden, die durch Blickkontakt in Gang gesetzt. Danach folgt typischerweise ein Handzeichen („ich winke sie durch“) oder ein Blinkzeichen („bitte schön“) oder ein lautes Hupen („Platz da, ich komme“). Eine Situation wechselseitiger Unsicherheit wird durch Blickkontakt und nonverbale Interaktion gelöst. Dabei wird auf gewisse Konventionen, aber auch generalisierte Erwartungen zurückgegriffen wie

etwa die Erwartungen, dass Autofahrer:innen typischerweise an einem Fußgängerüberweg anhalten und Fußgänger:innen typischerweise die Reaktion ihres Gegenübers abwarten sollten, bevor sie die Straße überqueren.

Noch ist unklar, wie sich diese alltägliche – und nicht einmal sonderlich komplexe – Situation in Zukunft abspielen würde, wenn ein autonomes Auto daran beteiligt wäre. Daimler hat im Rahmen der Arbeiten an seinem Versuchsfahrzeug Mercedes F015 zwei Vorschläge unterbreitet, wie das autonome Fahrzeug mit der Fußgänger:in interagieren könnte: zum einem durch Leuchtsymbole auf einem großen LED-Display an der Fahrzeugfront, die das Durchwinken mit der Hand imitieren, zum anderen durch einen Zebrastrifen, den das autonome Auto vor sich auf die Straße projiziert (vgl. Abbildung 4).



Abbildung 4: Versuchsfahrzeug Mercedes F015 (Quelle: Mercedes 2022)

Beide Varianten setzen voraus, dass zuvor eine Interaktion zwischen Fußgänger:in und Fahrzeug stattgefunden hat, und zwar in beide Richtungen: Die Fußgänger:in muss erkannt haben, dass sich erstens ein Fahrzeug nähert, dass sie zweitens diesem ihren Wunsch signalisieren muss, die Straße zu überqueren, und dass sie schließlich dessen Reaktion abwarten muss, bevor sie es tut. Das Fahrzeug muss seinerseits nicht nur erkannt haben, dass es sich bei dem Objekt am Straßenrand um ein:e Fußgänger:in handelt, sondern auch dass diese die Absicht hat, die Straße zu überqueren, aber bereit ist, ihre Entscheidung davon abhängig zu machen, ob ein Signal gesendet wird, dass die Straße gefahrlos passiert werden kann.

Ein alltäglicher Vorgang, den die meisten Menschen routinehaft und ohne große Vorüberlegungen meistern, muss also in recht aufwändige technische Prozeduren übersetzt werden, die das Problem der wechselseitigen Erwartungserwartungen bewältigen: Ego erwartet von Alter, dass dieser etwas von Ego erwartet, und richtet seine eigenen Aktionen daran aus.

4.2 Erkennen, Verstehen, Vorhersehen

Die Fähigkeit, in Konstellation einer Mensch-Mensch-Interaktion erfolgreich zu handeln, basiert grundsätzlich auf drei Komponenten: dem Erkennen, dem Verstehen und dem Vorhersehen (Endsley/Kiris 1995). Die Fußgänger:in muss erkennen, also sinnlich wahrnehmen können, was in der aktuellen Situation passiert (eine Handbewegung), sie muss verstehen, was dies bedeutet, also welche Intention ihr Gegenüber damit verfolgt (ihr die Straße freigeben), und sie muss vorhersehen können, was daraus als nächstes folgt (er hält an und fährt erst wieder los, wenn sie die Straße passiert hat). Umgekehrt gilt dies für die Autofahrer:in.

Das Ganze funktioniert auf Grundlage des Sinnhorizonts, den die Menschen eines Kulturraums miteinander teilen (Esser 2000, Zange 2018). Wir unterstellen jedem Handeln – und sei es noch so unvernünftig – eine gewisse Sinnhaftigkeit, also auch dem Raser, der mit Tempo 100 durch das Wohnviertel braust. Wir vermuten, dass er es entweder eilig hatte oder seinen Spaß auf Kosten anderer ausleben wollte oder soziale Anerkennung bei Gleichgesinnten sucht – also Intentionen, die sein Handeln als subjektiv „sinnvoll“ erscheinen lassen, auch wenn wir die Motive, die sein Handeln prägen, nicht teilen. Nur so gewinnen wir Orientierung in der Welt, die ansonsten chaotisch und sinnlos wäre; nur so verstehen wir unsere Mitmenschen und deren Handlungen.

Das autonome Auto der Zukunft wird im *Erkennen* von Objekten wahrscheinlich besser sein als der Mensch. Es wird auch niemals ermüden, unaufmerksam sein oder seine Aufgaben vernachlässigen. Vielleicht gibt es auch eines Tages Lösungen für einen virtuellen Blickkontakt. Eine smarte Armbanduhr könnte dem Auto signalisieren, dass sich ein:e Fußgänger:in (ein spielendes Kind, eine sehbehinderte Person) am Straßenrand aufhält und in Richtung Straße bewegt; die Uhr könnte ihre:r Träger:in per Vibration signalisieren, dass sich ein Auto nähert, und über farbige Codes (Ampel-System) anzeigen, ob ein virtueller „Blickkontakt“ stattgefunden hat.

Aber schon bei der zweiten Stufe, dem *Verstehen*, also der Interpretation der wahrgenommenen Ereignisse, wird es kompliziert, da die Vielfalt der Möglichkeiten sozialen Handelns und sozialer Interaktion nur schwer in Algorithmen abgelegt werden kann. Wie verhält sich ein autonomes Auto, wenn sich eine Fußgänger:in zwar in der Nähe eines Fußgängerüberwegs aufhält, aber keine Absicht erkennen lässt, die Straße überqueren zu

wollen? Oder per Handzeichen signalisiert, dass sie die Straße nicht passieren, sondern dem Auto den Vortritt gewähren will?⁵

Sicherlich gibt es technische Lösungen auch für derartige Situationen, z.B. einen weitgehend risikominimalen und defensiven Fahrstil autonomer Autos (mit der Konsequenz gelegentlicher Selbstblockade) oder eine Programmierung einer großen Zahl von Handlungsoptionen, die sämtliche nur erdenklichen Varianten antizipieren.

Um Situationen wie am Fußgängerüberweg zuverlässig und erfolgreich zu meistern, müsste ein autonomes Auto jedoch in der Lage sein, das Verhalten menschlicher Personen nicht nur zu interpretieren, sondern auch zu prognostizieren, also *vorherzusehen*, was als nächstes passieren könnte – immer vor dem Hintergrund eines geteilten Sinnhorizonts. Letztlich müssten autonome Autos zu sozialer Interaktion in der Lage sein, also etwas leisten, wozu bislang nur Menschen imstande sind.

4.3 Komplexes Verkehrsgeschehen

Die beschriebene Situation am Fußgängerüberweg ist eine vergleichsweise einfache Konstellation mit nur zwei Teilnehmer:innen in nahezu ruhendem Verkehr. Und dennoch zeigt sie, wie viele soziale Voraussetzungen erfüllt sein müssen, damit eine Interaktion zustandekommt, die letztlich zu einer erfolgreichen Koordination der Handlungen von Mensch und autonomer Technik führt. Das reale Verkehrsgeschehen auf einer belebten Kreuzung in der Innenstadt mit Fuß- und Radverkehr, Bussen und Bahnen, autonomen und nicht-autonomen Fahrzeugen ist erheblich komplexer und dürfte weit- aus schwieriger zu bewältigen sein.

Eine denkbare Option wäre es, die beiden Systeme zu trennen, also autonome Robotaxis auf eigenen Trassen verkehren zu lassen, wo sie nur ihresgleichen begegnen. Oder man könnte die anderen Verkehrsteilnehmer:innen ebenfalls mit smarterer Technik ausrüsten, also Fußgänger:innen und Radfahrer:innen mit Geräten ausstatten, die automatisch mit anderen Verkehrsteilnehmer:innen interagieren und Konfliktsituationen wie die Vorfahrt an Kreuzungen entweder interaktiv aushandeln oder dies einer zentralen Leitstelle überlassen (ähnlich wie in der Luftfahrt).

4.4 Interne Interaktion

Alle genannten Zukunftsoptionen – auch die eher futuristischen – sind von der Idee geprägt, den Menschen möglichst weit aus dem Regelkreis herauszunehmen. Sie zeigen jedoch nicht nur, wie schwierig dies ist, sondern dass

⁵ Bei der ersten Versuchsfahrt eines autonomen Mercedes, der im Jahr 2013 die historische Strecke von Mannheim nach Pforzheim gefahren ist, trat diese Situation ein, die ein Eingreifen des Begleitfahrers erforderlich machte.

man die Technik auch immer stärker vermenschlichen muss, ihr also menschliche Züge und Verhaltensweisen antrainieren muss, um dieses Ziel zu erreichen. Der (autonom agierende) Mensch wird zunehmend durch eine (autonom agierende) Maschine ersetzt, die aber ihre Funktionen nur erfüllen kann, wenn sie immer menschlicher wird – im Sinne der Fähigkeit zu sozialer Interaktion und Koordination (sowie zu intelligentem, nicht vorhersehbarem Verhalten).

Diese Vermenschlichung der Technik betrifft auch die Interaktion mit den Passagieren im Fahrzeug. Eigentlich könnte man denken, dass dies überflüssig ist, wenn man gefahren wird, also am Prozess der Steuerung des Fahrzeugs – ähnlich wie in Bus oder Straßenbahn – nicht aktiv teilhat. Die Fahrzeuge der Google-Tochter Waymo, die durch Versuchsfahrten und kommerzielle Dienste mit autonomen Fahrzeugen in den USA den größten Erfahrungsschatz hat, sind jedoch gänzlich anders konzipiert (Waymo LLC 2020). Waymo's Fahrzeuge interagieren mit ihren Fahrgästen und erklären, wie sie die aktuelle Situation wahrnehmen und wie sie darauf reagieren werden (S. 35). Diese Form der Transparenz schafft Vertrauen, indem sie dem Menschen die „Sichtweise“ der Maschine zugänglich gemacht wird, und macht für die Passagiere nachvollziehbar, was gerade passiert und warum dies geschieht. Zudem haben die Fahrgäste vielfältige Möglichkeiten, mit dem Fahrzeug zu interagieren.

Auf diese Weise wird die Maschine menschlicher, denn sie agiert nicht wie ein stoisch-sturer Roboter, der sein Programm unbeirrt abspult, sondern sie tritt wie ein Mitmensch auf, der das, was er tut, erklärt und begründen kann. Philosophen haben immer wieder darauf verwiesen, dass das Argumentieren im „Raum der Gründe“, also die Fähigkeit, die eigenen Aktionen zu begründen und zu rechtfertigen, eine zutiefst menschliche Eigenschaft ist (Sturma 2001, Habermas 1981).

5 Konfliktsituationen

Wenn autonome Autos zunehmend zu sozialen Wesen werden und die Regeln des gesellschaftlichen Zusammenlebens beherrschen, stellt sich die Frage, wie sie in Konfliktsituationen agieren werden, in denen unterschiedliche Regeln und Erwartungen miteinander kollidieren (vgl. Schimank 2010). Man denke beispielsweise an eine schmale Landstraße mit durchgezogener Mittellinie, auf der eine Radfahrer:in unterwegs ist. Dies meisten Menschen wissen, wie sie mit dieser Situation umgehen; ein autonomes Auto, das auf regelkonformes Verhalten programmiert ist, wird hier zwangsläufig scheitern.

5.1 Ethische Dilemmata

Auch wird öfters die Frage gestellt, wie sich ein autonomes Auto angesichts eines unabwendbaren Unfalls verhalten sollte, wenn sich die Alternative eröffnet, entweder mit einer älteren Frau oder mit einer jüngeren Frau mit Kinderwagen zu kollidieren und möglicherweise Personenschäden zu verursachen. Dieses als Trolley-Problem bekannte ethische Dilemma (Hevelke/Nida-Rümelin 2015) geht davon aus, dass autonome Maschinen eines Tages moralische Entscheidungen treffen müssen, die von Programmierer:innen insofern antizipiert (und gedanklich gelöst) werden müssen, als sie die Algorithmen entsprechend programmieren müssen: Wenn $\text{Alter_Frau}_1 > \text{Alter_Frau}_2$, dann entscheide dich für Frau₁, ansonsten Frau₂ (oder umgekehrt, je nach moralischer Prämisse).

Diese Gedankengänge sind insofern wenig zielführend, als autonome Autos in viel stärkerem Maße als fahrerbetriebene Fahrzeuge in der Lage sein werden, Unfälle zu vermeiden oder wenigstens deren Folgen durch rechtzeitiges Reagieren zu mindern. Dabei sind sowohl eine junge als auch eine alte Frau in erster Linie „Objekte“, die es zu schützen gilt. Wie genau das autonome Auto in der spezifischen Situation reagieren wird und in welche Richtung es ausweichen wird, lässt sich genauso wenig vorhersagen wie bei einer menschlichen Fahrer:in. Keine Programmierer:in der Welt wird die oben skizzierte Regel in dieser Form codieren – auch weil die Sensorik autonomer Autos nicht darauf ausgerichtet ist, das Alter von Fußgänger:innen zu bestimmen.⁶

Zweifellos werden auch autonome Autos Unfälle verursachen, auch solche, deren Ursachen man nicht erklären kann. In der Boulevard-Zeitung wird dann stehen: „Mutter mit Kleinkind von Killer-Auto getötet“. Dass die bedauerlichen beiden Toten lediglich zwei von dreißig Menschen sein werden, die im Straßenverkehr der Zukunft – statt momentan ca. 3.000 pro Jahr – getötet werden, wird die Boulevard-Zeitung vermutlich verschweigen. Autonome Technik im Straßenverkehr wird uns der Vision (almost) zero ein ganzes Stück näherbringen – vor allem wenn sich neue Mobilitätsmuster etablieren, die eine Abkehr vom motorisierten Individualverkehr beinhalten.

5.2 Regelkonformität und Regelverstöße

Und dennoch wird es Konfliktsituationen geben, die nur schwer zu lösen sind, weil jede Lösung neue Konflikte produziert, deren Folgewirkungen nur schwer abzuschätzen sind. Andreas Reschka (2015: 508) hat folgende

⁶ Anhand typischer Verhaltens- und Bewegungsmuster wäre es sicher möglich, ein Kind von einer Greis:in zu unterscheiden.

Situation beschrieben, die im Straßenverkehr der Zukunft jederzeit auftreten könnte (vgl. Abbildung 5).

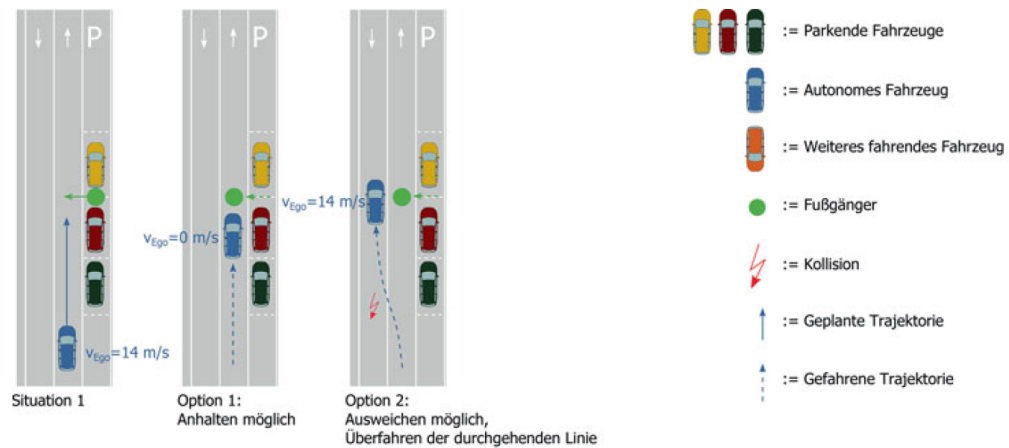


Abbildung 5: Dilemma-Situation im Straßenverkehr (Quelle: Reschka 2015, S. 508, oberer Teil)

An einer zweispurigen Straße mit durchgezogener Mittellinie taucht zwischen zwei am Straßenrand parkenden Fahrzeugen plötzlich ein (grüner) Fußgänger auf, der so spät zu erkennen ist, dass das (blaue) autonome Auto nicht rechtzeitig zum Stillstand kommen kann. Es könnte die Situation entschärfen, indem es über die durchgezogene Mittellinie auf die Gegenfahrbahn ausweicht (Option 2), müsste dazu aber eine Regel verletzen. Es stellt sich somit die Frage, ob man dies dem autonomen Auto gestatten sollte, auch weil dies eine schwierige – und moralisch problematische – Güterabwägung beinhalten könnte, die eine Programmierer:in zudem im Software-Code ablegen müsste.

Noch komplizierter wird die Situation im Fall von Gegenverkehr (vgl. Abbildung 6). Das autonome Auto kann Konflikt 1 (mit dem Fußgänger) lösen, indem es eine Regelverletzung begeht und einen weiteren Konflikt 2 provoziert, nämlich eine Kollision mit dem entgegenkommenden (orangen) Fahrzeug (Option 3). Alternativ könnte es sich für eine kontrollierte Kollision mit parkenden Fahrzeugen (Option 4) entscheiden oder das entgegenkommende Fahrzeug – falls es technisch entsprechend ausgestattet ist – in die Konfliktlösung mit einbeziehen, z.B. durch kooperatives Ausweichen (Option 5).

Diese – weitgehend moralfreie – Dilemma-Situation unterscheidet sich erheblich von dem künstlich aufgebauchten Trolley-Problem; und es ist derzeit unklar, wie Lösungen für derartige Situationen aussehen könnten, in denen einem autonomen Auto das Recht eingeräumt werden müsste, bestehende Regeln zu verletzen und/oder eine Entscheidung zwischen mehreren

Handlungsoptionen vorzunehmen, die allesamt schwer abschätzbare Folgen für Dritte mit sich ziehen.

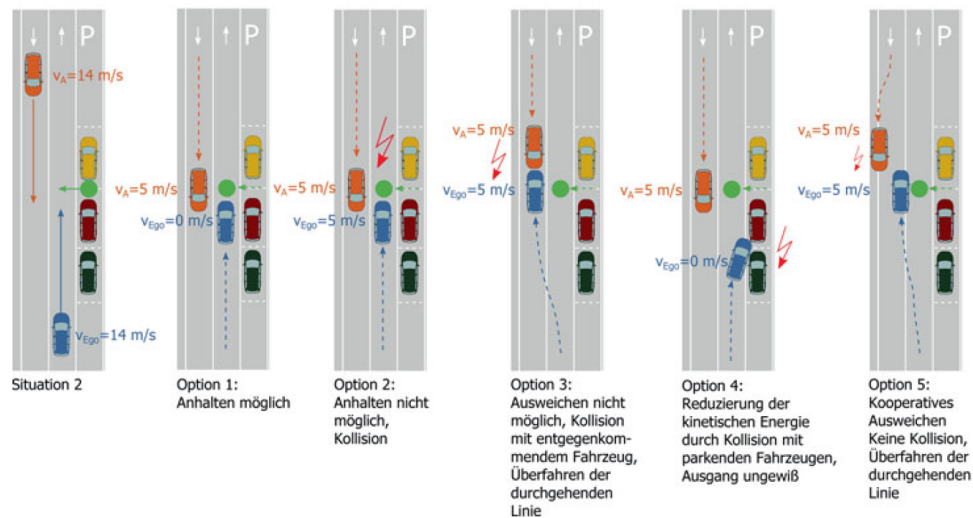


Abbildung 6: Weitere Dilemma-Situationen (Quelle: Reschka 205: 508, unterer Teil)

6 Fazit

Wie man es auch dreht und wendet – der Faktor „Mensch“ lässt sich nicht so einfach eliminieren, wie es die Verheißungen autonomer bzw. intelligenter Technik gelegentlich glauben machen. Im Gegenteil scheinen die Probleme an der Mensch-Maschine-Schnittstelle nicht einfacher, sondern mit jeder Grenzverschiebung komplizierter zu werden, je mehr die Technik sich anschickt, den Menschen zu substituieren. Denn damit wird sie in einer bislang ungewohnten Weise Teil unseres Alltags.

Damit smarte, intelligente Technik in Zukunft am Alltagsleben teilnehmen kann, muss sie zunehmend menschenähnlicher werden, d.h. immer mehr Aspekte sozialer Interaktion und Kommunikation beherrschen, wie sie bislang nur den Menschen eigen sind. Das heißt nicht zwangsläufig, dass soziale Maschinen in ihrem Aussehen auch menschenähnlicher werden müssen; aber sie müssen in der Lage sein zu verstehen, was wir meinen, wenn wir uns ihnen gegenüber verhalten und/oder mit ihnen in zeichenhafter Sprache kommunizieren (z.B. „einen Vogel zeigen“). Zudem muss autonome Technik einen Weg finden, sich verständlich zu machen, also das, was sie tut, den Menschen gegenüber nicht nur zu präsentieren, sondern auch zu erklären. Ohne dieses Zusammenspiel von Verstehen und Verstanden-Werden (vgl. Drewitz et al. 2021) werden sich autonome Autos und andere Formen intelligenter Technik in der Gesellschaft nicht zurechtfinden.

Die (Technik-)Soziologie wird nicht umhinkommen, sich mit Wie-Fragen statt mit Ob-Fragen zu beschäftigen. Ob Maschinen denken können, ist weniger relevant als die Frage, wie Maschinen handeln, wie sie sich mit

Menschen verständigen und wie sie mit ihnen bei der Lösung praktischer Probleme interagieren, vor allem aber wie sie Konfliktsituationen lösen.

Damit stellt sich abschließend die Frage, wie sinnvoll es ist, diese Entwicklungen voranzutreiben und gesellschaftliche Ressourcen in ein Projekt zu investieren, das letztlich eine paradoxe Situation produziert: Um den Menschen aus dem Loop zu nehmen, vermenschlichen wir die Technik, erreichen aber nie einen Zustand, in dem wir einander Adieu sagen können, in dem also die Technik ohne den Menschen und den Mensch ohne die Technik auskommt.

Es ist also nicht (nur) die Qualität der Sensorik oder der Mustererkennung in Bildern, die darüber entscheidet, ob autonome Technik eines Tages in alltäglichen Situationen und im Zusammenspiel mit Menschen funktionieren wird. Auch ethische Dilemmata stellen eher ein zu vernachlässigendes Phänomen dar, das wenig Praxisrelevanz besitzt. Entscheidend wird sein, ob autonome Technik zu sozialer Interaktion in der Lage sein wird, und vor allem, ob die Gesellschaft es wünscht, mit Maschinen zusammenzuleben, die menschliche Eigenschaften besitzen.

7 Literatur

- Berger, Peter L./Thomas Luckmann, 1980: Die gesellschaftliche Konstruktion der Wirklichkeit. Eine Theorie der Wissenssoziologie. Frankfurt/M.: Fischer.
- Beyerer, Jürgen/Oliver Niggemann, 2018: Machine Learning in Automation. In: *at-Automatisierungstechnik* 66 (4): 281-282.
- Borchers, Carsten/Martin Borchers, 2008: Akteure im Cockpit der Zukunft. Die 4. Jetgeneration der Verkehrsflugzeuge - zunehmende Automatisierung, 11. FHP-Symposium vom 7. – 9. April 2008, St. Märgen.
- BSI 2022: Künstliche Intelligenz – das unheimlich autonome Fahrzeug. Welche Risiken bringt autonomes Fahren mit sich?, www.bsi.bund.de/DE/Themen/Verbraucherinnen-und-Verbraucher/Informationen-und-Empfehlungen/Wie-geht-Internet/KI-Autonomes-Fahren/ki-autonomes-fahren_node.html (Datum des letzten Zugriffs: 15.02.2022).
- Drewitz, Uwe/Marc Wilbrink/Michael Oehl/Meike Jipp/Klas Ihme, 2021: Subjektive Sicherheit zur Steigerung der Akzeptanz des automatisierten und vernetzten Fahrens. In: *Forschung Im Ingenieurwesen* 85 (4): 997-1012.
- Endsley, Mica R./Esin O. Kiris, 1995: The Out-of-the-Loop Performance Problem and Level of Control in Automation. In: *Human Factors* 37: 381-394.
- Esser, Hartmut, 1993: Soziologie. Allgemeine Grundlagen. Frankfurt/M.: Campus.
- , 2000: Soziologie. Spezielle Grundlagen, Bd. 3: Soziales Handeln. Frankfurt/M.: Campus.
- Habermas, Jürgen, 1981: Theorie des kommunikativen Handelns. Bd. 1: Handlungsrationalität und gesellschaftliche Rationalisierung. Frankfurt/M.: Suhrkamp.
- Hevelke, Alexander/Julian Nida-Rümelin, 2015: Ethische Fragen zum Verhalten selbstfahrender Autos. In: *Zeitschrift für Philosophische Forschung* 69 (2): 217-224, <http://dx.doi.org/10.3196/004433015815493721>.

- Kersting, Kristian/Sriraam Natarajan, 2015: Statistical Relational Artificial Intelligence: From Distributions through Actions to Optimization. In: KI-Künstliche Intelligenz 29 (4): 363-368.
- Mercedes 2022: Der F015 Luxury in Motion. www.mercedes-benz.com/de/innovation/autonomous/forschungsfahrzeug-f-015-luxury-in-motion (Letzter Zugriff: 15.02.2022).
- Molina, Mario/Filiz Garip, 2019: Machine learning for sociology. In: Annual Review of Sociology 45: 27-45, <https://doi.org/10.1146/annurev-soc-073117-041106>.
- Morik, Katharina, 2018: Schlüsseltechnologie Maschinelles Lernen. In: Digitale Welt 2 (4): 22-27.
- Reschka, Andreas, 2015: Sicherheitskonzept für autonome Fahrzeuge. In: Markus Maurer et al. (Hg.), Autonomes Fahren. Technische, rechtliche und gesellschaftliche Aspekte. Berlin: Springer, 489-513.
- Schimank, Uwe, 2010: Handeln und Strukturen. Einführung in eine akteurtheoretische Soziologie (4. Aufl.). München: Juventa.
- Sturma, Dieter, 2001: Robotik und menschliches Handeln. In: Thomas Christaller (Hg.), Robotik. Perspektiven für menschliches Handeln in der zukünftigen Gesellschaft. Berlin: Springer, 111-134.
- Waymo LLC, 2020: Waymo Safety Report. <https://storage.googleapis.com/sdc-prod/v1/safety-report/2020-09-waymo-safety-report.pdf>.
- Weyer, Johannes, 1997: Die Risiken der Automationsarbeit. Mensch-Maschine-Interaktion und Störfallmanagement in hochautomatisierten Verkehrsflugzeugen. In: Zeitschrift für Soziologie 26: 239-257, <http://www.zfs-online.org/index.php/zfs/article/viewFile/2949/2486>.
- , 2008: Techniksoziologie. Genese, Gestaltung und Steuerung sozio-technischer Systeme (Grundlagentexte Soziologie). Weinheim: Juventa.
- , 2019a: Autonome Technik außer Kontrolle? Möglichkeiten und Grenzen der Steuerung komplexer Systeme in der Echtzeitgesellschaft. In: Christiane Woopen/Marc Jannes (Hg.), Roboter in der Gesellschaft. Technische Möglichkeiten und menschliche Verantwortung. Berlin: Springer, 87-109.
- , 2019b: Die Echtzeitgesellschaft. Wie smarte Technik unser Leben steuert. Frankfurt/M.: Campus.
- Zange, Volker, 2018: Soziale Interaktion und Kommunikation mit autonomen Fahrzeugen im Straßenverkehr (Masterarbeit). Dortmund: TU Dortmund.