

# Fahren und Kontrollieren

## Automatisierte Mobilität als programmatischer Kreislauf

---

*Jan Distelmeyer*

Für den Philosophen Gotthard Günther war das Auto ein ideales Beispiel. Daran zeigte er den Unterschied der »ersten« Maschinen, die er auch »archimedisches« oder »klassisches« nennt, zu jenen neuen und »zweiten« Maschinen der Kybernetik.<sup>1</sup> Diese Unterscheidung publizierte Günther erstmals 1952 in einem Nachwort zu Isaac Asimovs Roman »Ich, der Robot« und 1963 schließlich im Anhang seiner »Metaphysik der Kybernetik«.

Das Auto gehört dabei zu »ersten« Maschinen, deren Zweck darin besteht, körperliche Arbeit zu übernehmen oder zu erleichtern. Beim Automobil als »halbautomatische[m] Mechanismus«<sup>2</sup>, kommt es, so Günther, für Menschen darauf an, es durch den Verkehr zu steuern und dafür sowohl Verkehrsregeln als auch das Verkehrsgeschehen (»[d]ie Kreuzung aber steht noch voll«<sup>3</sup>) als »Informationsdaten« zu verwenden, »die der Fahrer als allgemeine Richtlinien der Verkehrsordnung übernimmt und dann im Einzelfall der konkreten Fahrtsituation als detaillierte Information selbst produziert«.

Was dabei von Menschen verarbeitet werden muss, endet in dieser Logik »schließlich in einer ›kybernetischen‹ Bewegung«<sup>4</sup>, die z.B. das Herumreißen des Lenkrads oder der Druck auf das Bremspedal sein können. Genau diese Verarbeitungsfunktion des Gehirns zu ersetzen, ist die Aufgabe der »zweiten« Maschine: Die »Idee der kybernetischen Maschine«, die Günther am Beispiel

---

1 Vgl. Günther, Gotthard: Das Bewußtsein der Maschinen. Eine Metaphysik der Kybernetik, Krefeld: Agis 1963, S. 185-186.

2 Ebd., S. 182.

3 Ebd., S. 185.

4 Ebd., S. 186.

des Autos entwickelt, verspricht »die konstruktive Verwirklichung eines Mechanismus, der Daten aus der Außenwelt aufnimmt, sie als Information verarbeitet und dieselbe in Steuerungsimpulsen dann an die klassische Maschine weitergibt«<sup>5</sup>. In dieser Logik von 1952 realisiert sich derart »autonome« Automobilität also, sofern der Mensch im Gebrauch der ersten Maschinen durch die Leistung der zweiten, kybernetischen Maschine ersetzt wird.

Bei den aktuellen Fragen, die sich um die technische Entwicklung und Wunschkonstellationen einer Autonomie von Fahrzeugen ranken, bleibt diese Substitution zentral. Abschied vom Anthropozentrismus: Gerade angesichts der intensiven Debatten über ethische Dimensionen autonomen Fahrens<sup>6</sup> und der politischen Regelungen<sup>7</sup> dazu wird deutlich, dass das Adjektiv »autonom« hier weniger im allgemeinen Sinn »selbstständig« und »unabhängig« bedeutet. Es geht vielmehr um eine spezifische Unabhängigkeit von menschlicher Aktivität und Verantwortung. »Autonom« meint hier nicht-menschlich.

Was mich im Folgenden an diesem Verhältnis zwischen derart automatisierten Fahrzeugen und ihren menschlichen Insassen und Teilzeit-Fahrer:innen besonders interessiert, sind die Prozesse, mit denen das Fahrzeug dieses Verhältnis herstellt und herzustellen anstrebt: wie die Funktion der Menschen als Fahrer:innen konzipiert ist, vermittelt wird und daraufhin verstanden werden kann.

Mir scheint diese Relation von Mensch und Technik durch eine besondere, zunächst verdoppelte und letztlich zirkuläre Form von Kontrolle und Evaluation geprägt zu sein: durch eine (Wunsch-)Konstellation spezieller Feedback-Schleifen, die Kontrolle durch menschliche Akteure und Kontrolle durch computerisierte Technik anhaltend verknüpft. Dieses Verhältnis möchte ich als

5 Ebd.

6 Vgl. dazu: Conradi, Tobias: »Verteilte Entscheidung – zersetzte Verantwortung? Automatismen und das ›Problem of Many Hands‹«, in: Norbert Otto Eke/Patrick Hohlweck (Hg.): Zersetzung. Automatismen und Strukturauflösung, Paderborn: Fink 2018, S. 79–97; Matzner, Tobias: »Autonome Trolleys und andere Probleme. Konfigurationen Künstlicher Intelligenz in ethischen Debatten über selbstfahrende Kraftfahrzeuge«, in: Zeitschrift für Medienwissenschaft 21 (2019), S. 46–55; Scholz, Volker/Kempf, Marius: »Autonomes Fahren: Autos im moralischen Dilemma?«, in: Heike Proff/Thomas Martin Fojcik (Hg.): Nationale und internationale Trends in der Mobilität, Wiesbaden: Springer 2016, S. 217–230.

7 Vgl. Aachtes Gesetz zur Änderung des Straßenverkehrsgesetzes vom 16. Juni 2017 (BGBl. 2017 I, 1648).

Kreislauf von Kontrolle beschreiben. Er wird durch das Ineinandergreifen diverser Ebenen von Interfaces möglich, von denen das zentrale Dashboard-Display des Wagens nur die offensichtlichste und – als Touchscreen – ostentativ brauchbare Interface-Schicht darstellt.

Das Beispiel, auf das ich mich dabei konkret beziehen werde, ist die Marke Tesla. Der von seinem CEO und Mitgründer Elon Musk öffentlichkeitswirksam vertretene Hersteller nimmt aus mehreren Gründen eine Sonderrolle in diesem Feld der automatisierten und autonomen Mobilität ein, das selbst stark in Bewegung ist und in dem Bewegung als Fortschritt (gerade der Software-Entwicklung) zu den wichtigsten Versprechen gehört.<sup>8</sup>

Die folgenden fünf Facetten, mit denen ich diese spezielle Kontrollkonstellation umreißen will, betreffen erstens das Verständnis von »Autonomie«, zweitens die Automatisierung durch *Machine Learning* für Teslas »data engine«, drittens den Touchscreen als Dashboard-Fenster, viertens den Kreislauf der Kontrolle, der durch das Fahren als Datenarbeit entsteht, und fünftens das Operieren mit Interfaces, das – vom Gaspedal bis zum Touchscreen – dieses Fahren auszeichnet und zu einem Schlüsselphänomen der laufenden Computerisierung macht.

## Einschränkungen (der Autonomie)

Was derzeit unter dem Oberbegriff des autonomen Fahrens entwickelt, beworben und diskutiert wird, sind durchaus unterschiedliche Formen und Grade von Automatisierung. Dabei stehen dem weitverbreiteten Versprechen von Autonomie, das bei Tesla »Volles Potenzial für autonomes Fahren«<sup>9</sup> lautet, nicht nur technische Herausforderungen gegenüber, »um in Zukunft einen autonomen Betrieb unter fast allen Umständen zu ermöglichen«<sup>10</sup>. Auch juristische Fragen schränken ein, was hier »autonom« sein soll.

8 Neben dem ökonomischen Erfolg zählt Christopher Cox zu den Hauptgründen »its in-house production of both automobiles and the software agent«, die Selbstbezeichnung als »the world's only vertically integrated energy company« sowie die kulturelle Bedeutung und den Prominentenstatus von Tesla-CEO Elon Musk (vgl. Cox, Christopher: *Autonomous Exchanges: Human-Machine Autonomy in the Automated Media Economy*. Dissertation, Atlanta 2018, S. 49).

9 [https://www.tesla.com/de\\_DE/autopilot](https://www.tesla.com/de_DE/autopilot) vom 02.02.2021.

10 Ebd.

Dazu sind 2018 für die Mitglieder des Deutschen Bundestages im rechtlichen Rahmen für »[a]utonomes und automatisiertes Fahren auf der Straße«<sup>11</sup> fünf Stufen des automatisierten Fahrens unterteilt worden. Diese orientieren sich an der Einteilung der *Society of Automotive Engineers* aus dem Jahr 2014<sup>12</sup>, weichen allerdings in der Kategorienbildung in Stufe 4 und 5 ab. Als »autonomes Fahren« wird hier die fünfte Stufe des »sog. automatisierten Fahrens« verstanden, wohingegen in der Stufen-Einteilung der *Society of Automotive Engineers* nicht von Autonomie die Rede ist. Die einzelnen Stufen werden im rechtlichen Rahmen für den Deutschen Bundestag so aufgeschlüsselt:<sup>13</sup>

- Stufe 1 als »assistierte[s] Fahren«: Assistenzsysteme (z.B. Abstandsregeltempomat) helfen »bei der Bedienung des Fahrzeugs«
- Stufe 2 als »teilautomatisierte[s] Fahren«: Funktionen wie »Einparken, Spurhalten, allgemeine Längsführung« werden vom Fahrzeug-System übernommen
- Stufe 3 als »hochautomatisierte[s] Fahren«: das Fahrzeug-System übernimmt ebenfalls »viele Fahrleistungen wie Bremsen, Lenken, Spurwechsel oder Überholen«, der Mensch wird allerdings nur noch bedarfsweise aufgefordert, »die Führung zu übernehmen«
- Stufe 4 als »vollautomatisierte[s] Fahren«, während die *Society of Automotive Engineers* erst bei Stufe 5 von »full automation«<sup>14</sup> ausgeht: die Fahrzeugführung wird »dauerhaft vom System übernommen« und der Mensch nur dann zur Übernahme des Fahrzeugs aufgefordert, »wenn die Fahraufgaben vom System nicht mehr bewältigt werden können«
- Stufe 5 als »autonome[s] Fahren«: die Fahrzeuge haben »keinen Fahrer, sondern nur Passagiere«, und mit der Ausnahme »vom Festlegen des Zieles und Starten des Systems« ist danach »kein menschliches Eingreifen mehr erforderlich«

- 
- 11 Wissenschaftliche Dienste des Deutschen Bundestages: Autonomes und automatisiertes Fahren auf der Straße – rechtlicher Rahmen (Ausarbeitung WD 7 – 3000 – 111/18), 2018, S. 4.
- 12 Vgl. SAE International: Automated driving. Standard J3016, 09.09.2014, [https://web.archive.org/web/20150909233851if\\_/www.sae.org/misc/pdfs/automated\\_driving.pdf](https://web.archive.org/web/20150909233851if_/www.sae.org/misc/pdfs/automated_driving.pdf) vom 17.03.2021.
- 13 Alle folgenden Zitate: Wissenschaftliche Dienste des Deutschen Bundestages: Autonomes und automatisiertes Fahren auf der Straße, S. 4.
- 14 SAE: Automated driving.

Damit ist Autonomie auch hier explizit eine nicht-menschliche Aktivität. Sie bezeichnet die Unabhängigkeit dieses so verstandenen »Systems« vom Menschen, sofern und solange es läuft. Feine Unterschiede: Mensch und »System« sollen hier grundsätzlich getrennt bleiben. Die Stufe 0, das bezeichnende Gegenstück zu allen Automatisierungsstufen, soll dazu jeden Zweifel ausräumen und meint »das nicht automatisierte Fahren [...], bei dem der Fahrer alle Fahrfunktionen selbst ausführt, auch wenn unterstützende Systeme (z.B. ABS) vorhanden sind«<sup>15</sup>.

Im Sinne dieser Unterscheidung gradueller Automatisierung hat Florian Sprenger die Bedeutung des Autonomie-Begriffs präzisiert. Sofern damit die ersten vier Stufen automatisierten Fahrens bezeichnet werden und nicht die zukünftige Option von *full automation* bzw. des autonomen Fahrens, handele es sich um eine »durch Fahrassistenzsysteme ermöglichte Semi-Autonomie spezifischer Aufgaben des Fahrens«<sup>16</sup>.

Eine solche graduelle Einschränkung trägt auch dem rechtliche Rahmen Rechnung, weil für die letzte Stufe gegenwärtig gilt, dass in Deutschland »autonomes Fahren nach wie vor grundsätzlich unzulässig«<sup>17</sup> ist. Gerade für Tesla hat diese juristische Schranke bemerkenswerte Folgen. Im Juli 2020 entschied das Landgericht München, Tesla die Werbung mit dem Begriff »Autopilot« zu untersagen. Erstens sei »eine Fahrt, ohne dass menschliches Eingreifen erforderlich wäre, nicht möglich«, Tesla aber suggeriere, »ihre Fahrzeuge seien technisch in der Lage, vollkommen autonom zu fahren«; darüber hinaus werde »der Eindruck erweckt, ein autonomer Fahrzeugbetrieb sei in der Bundesrepublik Deutschland straßenverkehrsrechtlich zulässig«, was aber »nach den geltenden Vorschriften des StVG (§§ 1a f StVG)« nicht zutrifft.<sup>18</sup>

Dass diese rechtlichen Rahmenbedingungen unter zunehmendem Druck stehen und in Bewegung sind, die Initiative der Bundesregierung für eine neues »Gesetz zum autonomen Fahren« vom Februar 2021: Auf Bundesebene und für die EU soll zukünftig ein Rechtsrahmen geschaffen werden, um

15 Wissenschaftliche Dienste des Deutschen Bundestages: Autonomes und automatisiertes Fahren auf der Straße, S. 4.

16 Vgl. den Beitrag von Florian Sprenger in diesem Band.

17 Wissenschaftliche Dienste des Deutschen Bundestages: Autonomes und automatisiertes Fahren auf der Straße, S. 9.

18 <https://www.justiz.bayern.de/gerichte-und-behoerden/landgericht/muenchen-1/press-e/2020/7.php> vom 02.02.2021.

»autonome Kraftfahrzeuge (Stufe 4)« im »öffentlichen Straßenverkehr im Regelbetrieb« zu erlauben und damit »aus der Forschung in den Alltag« zu holen.<sup>19</sup> Der Gesetzentwurf, der im Mai 2021 vom Bundestag beschlossen und vom Bundesrat bestätigt wurde, will der »Innovationsdynamik der Technologie des autonomen Fahrens« Rechnung tragen, wobei »autonom« auch hier Unabhängigkeit vom Menschen bedeutet – genauer: die »Fahraufgabe ohne eine fahrzeugführende Person selbständig in einem festgelegten Betriebsbereich erfüllen« zu können, während die »Technische Aufsicht« (ehedem: »der Fahrzeugführer«) im Zweifelsfall die »autonome Fahrfunktion« deaktivieren können muss.<sup>20</sup>

Zu diesen graduellen und rechtlichen Bestimmungen dessen, was im Zusammenhang mit Automobilen »autonom« heißen kann, kommt eine weitere Einschränkung hinzu. Sie betrifft die Frage des Verständnisses von Autonomie, sofern es um die technischen Grundlagen jener Automatisierung geht, die im rechtlichen Rahmen als »System« adressiert wird.<sup>21</sup>

Was als (semi-)autonome Autos diskutiert und konkret von Firmen wie Tesla produziert und angestrebt wird, sind Wagen, die Antrieb (Automobilität) und Computersteuerung auf eine neue Weise zusammenbringen. Darauf beruht insbesondere bei Tesla die Wunschkonstellation einer bestimmten Autonomie, deren logischer Fluchtpunkt nicht nur, wie Suzana Alpsancar betont, »die Autonomisierung eines Automobils«, sondern »die Automatisierung des Transports und Verkehrs« darstellt.<sup>22</sup> Dies zeigt sich nicht zuletzt in Teslas Flotten-Konzept – der »fleet«, auf die ich noch zurückkommen werde.

19 Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur: »Deutschland wird international die Nummer 1 beim autonomen Fahren«, BMVI, <https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/DG/gesetz-zum-autonomen-fahren.html> vom 10.02.2021.

20 Bundesregierung: »Entwurf eines Gesetzes zur Änderung des Straßenverkehrsgesetzes und des Pflichtversicherungsgesetzes – Gesetz zum autonomen Fahren«, 08.02.2021, [https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/Gesetze/Gesetze-19/gesetz-aenderung-strassenverkehrsgesetz-pflichtversicherungsgesetz-autonomes-fahren.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/Gesetze/Gesetze-19/gesetz-aenderung-strassenverkehrsgesetz-pflichtversicherungsgesetz-autonomes-fahren.pdf?__blob=publicationFile) vom 17.03.2021.

21 Dies adressiert den Autonomie-Begriff auf einer Ebene, die vor der Zuweisung von Verantwortung steht, die der Philosoph Christoph Hubig »mit Blick auf das Agieren autonomer Systeme« diskutiert und dafür eine Unterscheidung von operativer, strategischer und moralischer Autonomie getroffen hat (vgl. Hubig, Christoph: »Haben autonome Maschinen Verantwortung?«, in: Hartmut Hirsch-Kreinsen/Anemari Karačić (Hg.): *Autonome Systeme und Arbeit. Perspektiven, Herausforderungen und Grenzen der Künstlichen Intelligenz in der Arbeitswelt*, Bielefeld: transcript 2019, S. 275-297.)

22 Vgl. den Beitrag von Suzana Alpsancar in diesem Band.

Wesentlich ist dabei, dass die Entscheidungen, die ein solches automatisiertes Fahrzeug treffen muss, um den fahrenden Menschen beim Lenken, Beschleunigen und Bremsen zu entlasten oder zu ersetzen, nicht im klassischen Sinne programmiert werden. Sie sind Ergebnisse von (genau dafür gebauten, programmierten und trainierten) Computerverfahren, denen unter den Schlagworten »Künstliche Intelligenz« (KI) bzw. Artificial Intelligence (AI) die Fähigkeit eingeräumt wird, sich im Sinne des *Machine Learning* weiter auszubilden. Hier kommt zum Einsatz, was in der Informatik »Künstliche Neuronale Netze« genannt wird: ein Netzwerk der Informationsverarbeitung, bei dem die Interaktion der einzelnen Informationsverarbeitungseinheiten (sogenannte »Neuronen«) bewusst flexibel angelegt ist, damit Abläufe der Signalübertragung trainiert werden und sich durch Erfahrungswerte ausprägen können.<sup>23</sup>

Diese Computeranwendung des *Machine Learning* kann als muster-gültige und Wahrscheinlichkeit berücksichtigende Hochrechnung von Vergangenheit verstanden werden. Ziel dieser Verfahren, die zur Entwicklung angemessener Entscheidungen bei unerwarteten Ereignissen im Verkehr eingesetzt werden, ist, »dass sie einen Computer in die Lage versetzen, aus Erfahrungen zu lernen, um bestimmte Aufgaben zu lösen und Vorhersagen zu treffen, ohne für diese Funktion explizit programmiert worden zu sein«<sup>24</sup>. Dafür werden möglichst große Mengen an erhobenen Daten gebraucht, aus denen »gelernt« werden soll. Eine neue, intrinsisch automatisierte Form von *Big Data*: In diesen vergangenen Verhältnissen werden Muster erkannt, aus denen für kommende Fragen Entscheidungen abgeleitet werden.

---

23 Hier – in der Bedeutung des *Machine Learning*, die sich bei Tesla im Modell einer datenproduzierenden Flotte zuspitzt – liegt zugleich ein wichtiger Unterschied zu anderen Konzepten »autonomer Automobilität« wie z.B. der »Seamless Autonomous Mobility« bei Nissan mit der menschlichen Intervention durch einen »Mobility Manager« (vgl. den Beitrag von Sam Hind in diesem Band).

24 Sudmann, Andreas: »Zur Einführung. Medien, Infrastrukturen und Technologien des maschinellen Lernens«, in: Christoph Engemann/Andreas Sudmann (Hg.): *Machine Learning. Medien, Infrastrukturen und Technologien der Künstlichen Intelligenz*, Bielefeld: transcript 2018, S. 9–23, hier S. 10.

## Automatisierung (qua *data engine*)

Damit dieses trainierte Netzwerk, das von Tesla als Zentrum einer »data engine«<sup>25</sup> konzipiert wird, auf eine je aktuelle Fahrsituation reagieren kann, braucht es Sensoren. Bei Tesla heißen sie »Autopilotkomponenten zur aktiven Überwachung der Fahrzeugumgebung«<sup>26</sup>: Dazu gehören acht Kameras – angebracht »oberhalb des hinteren Kennzeichens«, »in jeder Türsäule«, »an der Windschutzscheibe oberhalb des Rückspiegels« sowie »an beiden Vorderkotflügeln« – sowie 12 Ultraschallsensoren (»in den vorderen und hinteren Stoßfängern«) und ein Radarsensor (»hinter dem vorderen Stoßfänger auf der Fahrzeugseite«).<sup>27</sup>

Mit diesem Modus des »Sensing«<sup>28</sup> kann erfasst werden, was als Input verarbeitet, auf der Grundlage von *Machine Learning*-Verfahren prozessiert und dann zur entschiedenen Aktion des Fahrzeugs wird. Die sensorische Erfassung der Umgebung wird dank Filteralgorithmen so verarbeitet, dass Modelle dessen berechnet werden können, was als Welt buchstäblich erfahren werden soll. So laufen permanent mathematische Verfahren eines »world modeling based on sensor data and filter algorithms«<sup>29</sup>.

Dadurch zeichnet sich ein implizites Bild von jener Instanz ab, die hier entlastet/ersetzt werden soll. »Die Parallelsetzung von ›Mensch hinter dem Steuer‹ und ›KI‹«, so hat Tobias Matzner unterstrichen, »aktiviert ein Menschenbild, das aus einer bestimmten Kombination kybernetischer und humanistischer Motive besteht.«<sup>30</sup> Weil Autofahren für Menschen eine »relativ habitualisierte Tätigkeit« ist, liegt es nahe, dafür künstliche neuronale Netze

25 <https://www.youtube.com/watch?v=UcpoTTmvqOE> vom 17.03.2021 und Marshall, Arian: »Old Promises Broken, Musk Offers New Pledges on Self-Driving«, in: WIRED vom 24.04.2019, <https://www.wired.com/story/promises-broken-musk-offers-new-pledges-self-driving> vom 25.03.2021.

26 Tesla: Model 3 Benutzerhandbuch, 2020, S. 106.

27 Ebd.

28 vgl. Gabrys, Jennifer: *Program Earth: Environmental Sensing Technology and the Making of a Computational Planet*, Minneapolis: University of Minnesota Press 2016 sowie Angerer, Marie-Luise et al.: »Sensing. Zum Wissen sensibler Medien«, ZEM Brandenburg vom 01.10.2018, <https://www.zem-brandenburg.de/de/sensing.html> vom 25.03.2021.

29 Sprenger, Florian: »Microdecisions and Autonomy in Self-Driving Cars: Virtual Probabilities«, in: *AI & Society* 7/5 (2020), S. 176-190.

30 T. Matzner: »Autonome Trolleys und andere Probleme«, S. 51.



einzusetzen – »ein Ansatz der KI, welcher aus der kybernetischen Annahme hervorgegangen ist, dass Lernen durch Feedback zwischen Reizen und Reaktionen erfolgen kann«<sup>31</sup>.

Diese Betonung der kybernetischen Hypothese als Basis maschinellen Lernens ergänzt das Modell der Kybernetik, nach dem Gotthard Günther die »zweiten Maschinen« gedacht hat. Dies hilft der Präzisierung, wie heute – nicht nur, aber besonders im Hinblick auf »autonomes« Fahren – eine solche Autonomie zu verstehen ist. Was hier mit den Begriffen Lernen und Intelligenz bezeichnet wird, ist eine spezialisierte, automatisierte Quasi-Selbstständigkeit, die von Dritten angelegt, ausgerichtet und trainiert werden muss.

Sie bedarf der präzisen Vorbereitung, Wartung und Evaluation. Bei Tesla werden diese Prozesse als ein Kreislauf der KI, als Iterationsprozesse des *Machine Learning*, angelegt.<sup>32</sup> In diesem Kreislauf werden Daten erhoben, annotiert, das Netzwerk damit trainiert, auf die Entscheidungseffekte hin getestet, diese Ergebnisse überprüft, daraufhin ein neuer Datensatz für das Training erzeugt, wiederum annotiert, damit das Netzwerk trainiert, getestet, überprüft usw. So können durch das Netzwerk jene probabilistischen Vorhersagen getroffen werden, auf deren Grundlage dann das Fahrzeugverhalten auf kommende Ereignisse reagiert.

Der »Director of Artificial Intelligence and Autopilot Vision« bei Tesla, Andrej Karpathy, erklärt dazu:

We refer to this iterative process, by which we improve these predictions, as the *data engine*. Iteratively deploying something, potentially in shadow mode, sourcing inaccuracies, and incorporating the training set over and over again. And we do this basically for all the predictions of these neural networks.<sup>33</sup>

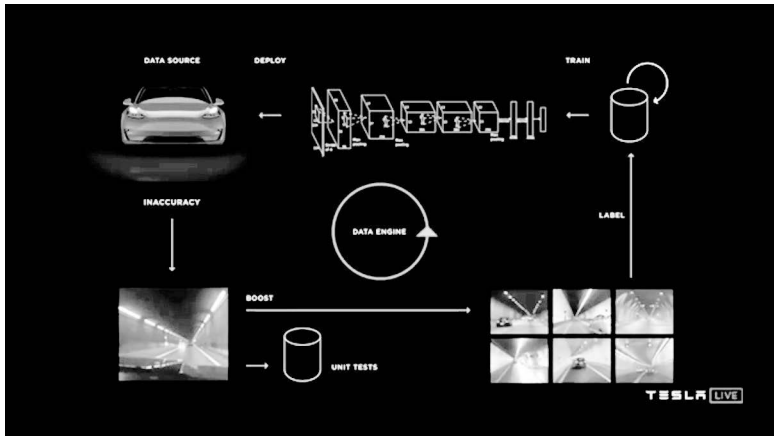
Im Tesla-Fahrzeug werden diese Vorhersagen/Entscheidungen vom Chip-System FSD (Full Self Driving) prozessiert, das aus zwei auf einer Platine mit doppelter Stromversorgung verlöteten Chips besteht, von denen jeder laut Tesla zu über 30 Milliarden Operationen in der Sekunde fähig ist. Diese Doppelung erhöht nicht nur die Operations- bzw. Rechenleistung, sondern hat zwei weitere Funktionen: Sollte einer der Chips ausfallen, kann der

31 Ebd.

32 Vgl. <https://www.youtube.com/watch?v=UcpoTTmvqOE> vom 02.02.2021.

33 Ebd.

Abbildung 1: »Over and over again« – Darstellung der Data Engine beim »Tesla Autonomy Day« 2019



<https://www.youtube.com/watch?v=UcpoTTmvqOE> vom 02.02.2021.

zweite im Notfall den Betrieb fortsetzen. Im Normalfall kontrollieren sich beide Chips gegenseitig, weil beide mit den gleichen Sensordaten arbeiten und vor einem Fahrbefehl ihre Ergebnisse/Entscheidungen vergleichen.<sup>34</sup> Schon hier also, auf der Chip-Ebene, wirkt eine Dopplung von Kontrolle und Evaluation.

Die Verarbeitung von sensorisch ermitteltem Input auf der Grundlage dieser technischen Prozesse der *data engine* kann folglich nur dann (semi-)autonom genannt werden, wenn Autonomie auf der Grundlage der kybernetischen Annahme gedacht wird, die Menschen und Maschinen als in diesem Sinne funktional identisch konzipiert. Sobald das Autonomie-Verständnis an Bewusstsein und Willensfreiheit gekoppelt ist und die Frage von Selbständigkeit mit der nach Freiheit und deren »ethisch-politischen Strukturbedingun-

34 Vgl. <https://www.youtube.com/watch?v=UcpOTtmvqQE> vom 02.02.2021 und Ernst, Nico: »KI für autonomes Fahren: Teslas FSD-Chip vereint CPU, GPU und KI-Prozessor«, Heise online vom 26.04.2019, <https://www.heise.de/newsticker/meldung/KI-fuer-autonomes-Fahren-Teslas-FSD-Chip-vereint-CPU-GPU-und-KI-Prozessor-4408291.html> vom 17.03.2021.

gen«<sup>35</sup> zusammenhängt, kann bei dieser Sorte Maschine davon keine Rede sein.<sup>36</sup>

In diesem Sinne können Computersysteme Eigenschaften wie Autonomie nicht besitzen und kann diese Quasi-Selbstständigkeit der KI besser als Eigendynamik bezeichnet werden. Eigen ist diese Dynamik, weil es sich um automatische und gleichwohl nicht gemäß klassischer Programmierung explizit vorgeschriebene Abläufe handelt, die sich nach eigenen (im jeweiligen Prozess des *Machine Learning* aufgestellten) Regeln entwickeln<sup>37</sup>, für die es wiederum einen je eigenen Rahmen und Bedingungszusammenhang braucht. Dieser Bedingungszusammenhang ist computerbasiert und bleibt somit immer *pro-*

---

35 Rebutisch, Juliane: Die Kunst der Freiheit. Zur Dialektik demokratischer Existenz, Berlin: Suhrkamp 2013, S. 22.

36 Gerade angesichts der Forschungen zu Brain-Computer-Interfaces, die nicht zuletzt durch Elon Musks Firma Neuralink vorangetrieben werden, gewinnt die, so Monika Kalmbach-Özdem, »ungelöst im Raum stehende Debatte über die Beschaffenheit von Bewusstseinsprozessen und über die Urheberchaft von Willensfreiheit« besondere Bedeutung (vgl. Kalmbach-Özdem, Monika: Neurostimulations-Kultur: Die Tiefe-Hirnstimulation zwischen Kulturtechniken und experimenteller Gestaltung, Berlin: Kadmos 2017, S. 7). Dieter Mersch betont, die »Frage des Bewusstseins von Maschinen« könne eben »nicht systematisch gelöst werden«, und weist in diesem Zusammenhang auf den »gegen Turing und mit Maurice Merleau-Ponty« vorgebrachten Einwand von Hubert L. Dreyfus hin, »dass wir in erster Linie leiblich denken und folglich Bewusstsein eine Funktion des gesamten Körpers darstellt, nicht eines einzelnen Gehirns – eine Kritik, wie sie später ebenfalls von Alva Noë und Markus Gabriel wiederholt werden sollte« (vgl. Mersch, Dieter: »Kreativität und Künstliche Intelligenz. Einige Bemerkungen zu einer Kritik algorithmischer Rationalität«, in: Zeitschrift für Medienwissenschaft 21 (2019), S. 65–74, hier S. 67). Dieser Unterschied zwischen Maschinenprogramm und Bewusstsein wird in Raphaela Edelbauers Roman »Dave« so pointiert: »Programmieren heißt festzulegen, wie auf etwas reagiert wird. Bewusstsein auf der anderen Seite (nicht zu verwechseln mit Intelligenz) heißt, sich selbst zu setzen: sich selbst entdecken und darin neu konstituieren, sich anschauen und gleichzeitig Objekt dieses Anschauens sein.« (Edelbauer, Raphaela: Dave, Stuttgart: Klett-Cotta 2021, S. 169).

37 Vgl. Parisi, Luciana: »Das Lernen lernen oder die algorithmische Entdeckung von Informationen«, in: Christoph Engemann/Andreas Sudmann (Hg.): Machine Learning. Medien, Infrastrukturen und Technologien der Künstlichen Intelligenz, Bielefeld: transcript 2018, S. 93–113 und Parisi, Luciana: »The Alien Subject of AI«, in: Subjectivity 12 (2019), S. 27–48.

*grammatisch* – also auf Programmierbarkeit beruhend und Programmierung auf der materiellen Grundlage diverser Prozesse des Leitens realisierend.<sup>38</sup>

Bereits 1965 hatte der Mathematiker und Philosoph Georgi Schischkoff den Autonomie-Status von »lernende[n] Automaten und Rechenmaschinen«<sup>39</sup> zurückgewiesen. Seine »Kritik am kybernetischen Positivismus« reagierte nicht zuletzt auf Gotthard Günther und charakterisierte »die ›autonomen‹ Mehrleistungen von hochentwickelten Automaten«<sup>40</sup> ausdrücklich als eine Rechenleistung, die entsprechend vorbereitet und einkalkuliert ist. Diese Quasi-Autonomie läuft, damals wie heute, planmäßig. Sie ist, so Schischkoff, eine »nachträgliche Auswirkung von latent angelegten Funktionsentfaltungen« und kommt zustande, indem diese Maschinen »über die Möglichkeit verfügen, die Mengen aller ihnen eingegebenen Grundelemente, aufgespeicherter Daten oder Werte sowie aller hereinströmenden Informationen kombinatorisch vollständig durchzuarbeiten und daraus nach weiteren mathematischen Gesetzmäßigkeiten Zusammensetzungen von besonderen, vorgegebenen (bzw. durch Außenwelt-Information herausgelockten) Merkmalen auszusieben oder Optimalwerte zu errechnen«<sup>41</sup>.

Aus dem gleichen Grund werden die Ausdrücke KI oder AI kritisch gesehen. Um den Intelligenz-Begriff an dieser Stelle zu vermeiden – »the term ›intelligence‹ invokes connotations of a human-like autonomy and intentionality that should not be ascribed to machine-based procedures«<sup>42</sup> –, schlägt die Initiative AlgorithmWatch vor, hier besser von »algorithmically controlled, automated decision-making (ADM)« zu sprechen: »[A]n ADM system [...] is a socio-technological framework that encompasses a decision-making model, an algorithm that translates this model into computable code, the data this

38 Die Bedeutung von »programmatisch« als »richtungweisend« oder »einem Grundsatz entsprechend« präzisiere ich hier bewusst mit der grundsätzlichen Bedingung der Programmierbarkeit; zumal genau diese Flexibilität, unterschiedlichste Prozesse programmierend automatisieren zu können, einer der Gründe ist, warum Fortschritt und Computer (als »richtungweisende« Technologie) seit Jahrzehnten zusammengedacht werden. Vgl. Distelmeyer, Jan: Kritik der Digitalität, Wiesbaden: Springer 2021, S. 1-11.

39 Schischkoff, Georgi: »Philosophie und Kybernetik. Zur Kritik am kybernetischen Positivismus«, in: Zeitschrift für philosophische Forschung 19 (1965), S. 248-278, hier S. 260.

40 Ebd.

41 Ebd.

42 Alfter, Brigitte/Müller-Eiselt, Ralph/Spielkamp, Matthias: »Introduction«, in: Matthias Spielkamp (Hg.): Automating Society. Taking Stock of Automated Decision-Making in the EU, Berlin: AlgorithmWatch 2019, S. 6-12, hier S. 9.

code uses as an input – either to ›learn‹ from it or to analyse it by applying the model – and the entire political and economic environment surrounding its use.«<sup>43</sup>

Die KI-basierte (Semi-)Autonomie automatisierter Fahrzeuge, von Stufe eins bis Stufe fünf, möchte ich vor diesem Hintergrund als eine ADM-basierte Eigendynamik beschreiben: Sie besteht in einer programmatisch-automatisierten Entscheidungsfindung, die in Steuerungsprozesse der Automobile übersetzt wird. Darum werde ich im Folgenden – bei allen fünf Stufen – von automatisierten Fahrzeugen sprechen, wobei die fünfte Stufe ganz im Sinne der SAE-Einteilung *full automation* bedeutet.

### Fenster (nach »innen« und »außen«)

Automatisierte Fahrzeuge, die mit eigendynamischen Entscheidungsfindungen mobil werden, stehen – sowohl als Wunschkonstellation, die Christopher Cox am Beispiel von Tesla als »ideology of autonomy«<sup>44</sup> diskutiert hat, als auch als konkrete Produkte – in besonderer Weise exemplarisch für die gegenwärtige Entwicklung der Computerisierung. Sie sind Beispiele jener Form von programmatischer, angeleiteter Aktivität, von eigendynamischer »agency«, die N. Katherine Hayles als »the third wave of computation«<sup>45</sup> bezeichnet hat. Sie gehören zum Phänomen der Ausbreitung, Einbettung und Eigendynamik von Computertechnologie im Sinne einer relationalen Implikation<sup>46</sup>, die eine Verumweltlichung von Computertechnologie anstrebt: »the *becoming environmental of computation*«<sup>47</sup>. Sensoren werden dabei wesentlich. Sie sorgen für den durch sie immer schon mitbestimmten Input der maschinellen Verarbeitung und sind somit nicht nur an der Produktion von Daten, sondern auch von neuen Verhältnissen (in jedem Wortsinn) beteiligt.

Beispielhaft sind automatisierte Fahrzeuge dabei nicht nur, weil sie so offensichtlich auf die »richtige« Erfassung und Verarbeitung der Umwelt (des

43 Ebd.

44 Cox, Christopher: Autonomous Exchanges, S. 61-64.

45 Hayles, Katherine N.: »Foreword«, in: Ulrik Ekman et al. (Hg.): Ubiquitous Computing, Complexity and Culture, New York: Routledge 2016, S. 33-38, hier S. 33.

46 Vgl. Hansen, Mark B.N.: Feed Forward. On the Future of Twenty-First-Century-Media, Chicago: University of Chicago Press 2015, S. 580-629.

47 Gabrys, Jennifer: Program Earth, S. 4, Herv.i.O.

Fahrzeugs) angewiesen sind, worauf gerade Berichte über Unfälle und Opfer der automatisierten Auto-Entscheidungsfindung immer wieder hinweisen. Beispielhaft sind diese Formen von Computerisierung auch deshalb, weil sie ebenso offensichtlich das vielleicht vordringlichste Versprechen jener größeren Entwicklung ausstellen, die als »die Digitalisierung« läuft: Automaton. Was alle der extrem diversen und auch unterschiedlich effektiven Prozesse eint, die unter dem Schlagwort Digitalisierung zusammengefasst werden, sind programmatische Prozesse des Automatisierens. Darauf verweist die Stufeneinteilung für »[a]utonomes und automatisiertes Fahren auf der Straße« gleich fünffach.<sup>48</sup>

Der wichtigste Punkt aber, der automatisierte Fahrzeuge zu einem faszinierenden Beispiel für die laufenden Prozesse der Computerisierung macht, ist das damit angelegte, präsentierte und prozessierte Verhältnis zwischen Mensch, Technik und dem, was beide als Umwelt gemein zu haben scheinen. Automatisiertes Fahren ist insofern eine besondere Begegnung mit ADM-basierter Computerisierung, als sich Fahrer:innen in dieser Begegnung permanent mit den Folgen dieser technischen Operationen befassen können und, so der rechtliche Rahmen, auch können müssen.

Im Autopilot-Modus sehen und erfahren Menschen die Auswirkungen der eigendynamischen *agency* des ADM-Systems in jenem Moment, in dem es Fahrentscheidung an das Auto weitergibt. Der Wagen wird bewegt und wir mit ihm. Die Mobilität des Autos ist in Teilen auch die der Fahrer:innen; ihre Körper fühlen, ihre Sinne nehmen wahr, was geschieht. Ihr Blick durch die Scheiben zeigt ihnen, wie sich ihr Gefährt (und sie in ihm) durch eine Welt bewegt, die nie nur statisch, nie nur Weg (zum Ziel) ist, sondern auch aus zahllosen anderen Formen von *agency* besteht, die auf Mensch und Auto aktiv zukommen mögen.

Die programmatische Automatisierung, die z.B. im Hinblick auf den Hochfrequenzhandel an der Börse, auf Prozesse des Cloud-Computing, der Sensing-Verfahren in *Smart Cities* und des *Machine Learning* in z.B. Sprach-Assistenzen wie Siri oder Alexa schon länger alltäglich ist, wird beim automatisierten Fahren dahingehend zugespitzt, dass hier die versprochene Automatisierung permanent in ihren Folgen beobachtbar und korrigierbar ist. Im Gegensatz zu anderen ADM-basierten Verfahren, die

---

48 Wissenschaftliche Dienste des Deutschen Bundestages: Autonomes und automatisiertes Fahren auf der Straße, S. 4.

sich Menschen als Dienste anbieten (wie z.B. Sprach-Assistenzen und Online-Übersetzungsdienste), erfahren wir die Entscheidungen des Autopiloten hier existenziell, am eigenen Leibe, und sind korrigierende Eingriffe hier nicht nur möglich und erlaubt: Die Möglichkeit zur Korrektur ist vielmehr gesetzlich festgeschrieben.

In §1a des »Achten Gesetz zur Änderung des Straßenverkehrsgesetzes« sind Kraftfahrzeuge mit hoch- oder vollautomatisierter Fahrfunktion u.a. dadurch definiert, dass ihre technische Ausrüstung »jederzeit durch den Fahrzeugführer manuell übersteuerbar oder deaktivierbar ist«<sup>49</sup>. Nur so kann die in §1b beschriebene Pflicht »des Fahrzeugführers« realisiert werden, die Steuerung im Zweifelsfall »unverzüglich wieder zu übernehmen«, wofür die Fahrer:innen permanent »wahrnehmungsbereit bleiben« müssen.<sup>50</sup>

Auf die Möglichkeit, das Verhalten des Autos zu überprüfen, kommt es an. Und sie hängt hier nicht nur von jenem Abgleich ab, den ich in einem konventionellen Wagen zwischen dem Druck aufs Gaspedal und dem vornehme, was ich durch die Scheiben sehen und auch beim Lenkverhalten spüren kann. Hinzu kommt – und das ist für die aktuelle Situation des automatisierten Fahrens und die Frage von Kontrolle wesentlich – ein User-Interface zur Steuerung des Wagens: bei Tesla ein 15-17 Zoll großer Touchscreen in der *Mittelkonsole*, ein »dashboard touchscreen«<sup>51</sup>.

Hier zeigen sich alle Angaben zum Status und Verhalten des Fahrzeugs. Dieses Interface ist als »fünftes Fenster« (nach jenen zur Seite, nach vorn und nach hinten) für die Beziehung zwischen Fahrer:in, Fahrzeug und Fahren buchstäblich zentral. Es dient nicht nur »zur Steuerung vieler Funktionen, die in herkömmlichen Autos mithilfe physikalischer Knöpfe gesteuert werden (z.B. Einstellen von Heizung, Klimaanlage, Scheinwerfer usw.)«<sup>52</sup>, zur Koppelung mit einem Smartphone oder zur Benutzung als »Media Player«, sondern auch zur Steuerung der vielleicht wichtigsten Funktion des Autos: Mobilität.

Eine Frage der Geschwindigkeit: Der Touchscreen zeigt sie an und ist – neben dem Scrollrad – zugleich auch das Mittel, mit dem im Autopilot-Modus

49 Aches Gesetz zur Änderung des Straßenverkehrsgesetzes vom 16. Juni 2017 (BGBl. 2017 I, 1648).

50 Ebd.

51 <https://forums.tesla.com/discussion/15452/dashboard-touchscreen> vom 02.02.2021.

52 Tesla: Model X Benutzerhandbuch 2019, S. 6.

die Geschwindigkeit erhöht oder gedrosselt werden kann. Eine Berührung der Plus- oder Minus-Zeichen neben der Tempoanzeige genügt.<sup>53</sup>

Dieser kapazitative Monitor ist somit sowohl das Display, auf dem Status, Einstellungen, Lage und Verhalten des Autos und seiner Steuerungssysteme angezeigt werden, als auch die Oberfläche von Interface-Prozessen zur Veränderung dessen: Auf/mit ihr werden durch »operative Bilder« in einer Interface-Inszenierung Eingaben zur Steuerung ermöglicht und zum Teil auch gefordert.<sup>54</sup> Beim Modus »Autoparken« wird z.B. das komplette Fahrverhalten – von der Geschwindigkeit über das Lenkverhalten bis zum Bremsen – über die Berührung des Buttons »Starten« im Touchscreen angeleitet.

Hier, auf dem Touchscreen als Dashboard-Fenster zur Steuerung, läuft das Navigationssystem und zudem eine Simulation des Fahrzeugs und seiner engeren Umgebung. Hier werden »der aktuelle Fahrstatus und eine von den Autopilotfunktionen ermittelte Darstellung der Fahrbahn in Echtzeit angezeigt«<sup>55</sup>. In dieser Simulation wird die durch den Lenkassistenten »erkannte« – also sensorische erfasste und als Datensammlung von den FSD-Chips entsprechend verarbeitete – Fahrspur blau markiert, werden nahe Fahrzeuge (auch »in Ihrem toten Winkel«) ebenfalls simuliert und werden Warnmeldungen wie jene angezeigt, den Spurwechsel des Autopiloten zu bestätigen und also den entsprechenden Blinker zu setzen.<sup>56</sup>

Dieses Interface zur Steuerung ist also eine spezielle Art Fenster zu einem programmatischen »Innen« – genauer: zur internen Darstellung und Steuerung dessen, was das System des ADM-bewährten und sensorbestückten Computer-Fahrzeugs von »sich« und seiner Umgebung simulierend und operativ vermittelt. Darum ist es gerade die gleichzeitige Präsenz der verschiedenen Fenster (des Fensters zum programmatischen »Innen« und jener zum umweltlichen »Außen«), dank der die Steigerung von Kontrolle (zunächst als Verdopplung) möglich und ablesbar wird.<sup>57</sup>

53 Diese Geschwindigkeitsregulierung kann durch den Druck auf das Gaspedal oder die Bremse jederzeit verändert und somit übersteuert werden.

54 J. Distelmeyer: Kritik der Digitalität, S. 92-98.

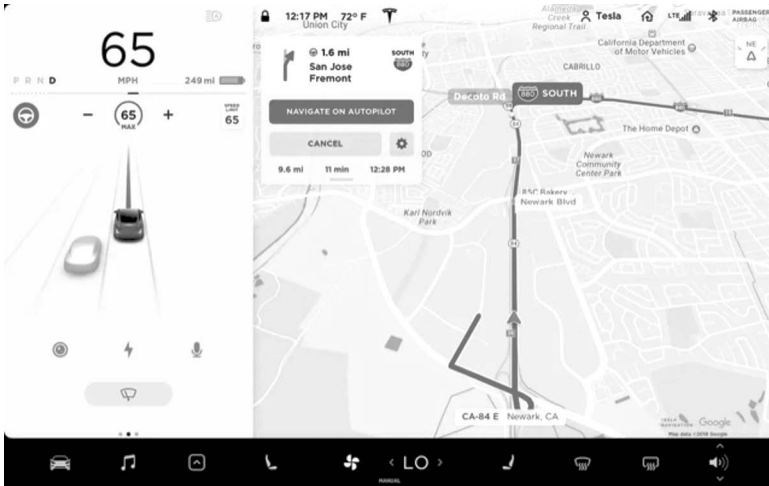
55 Tesla: Model 3 Benutzerhandbuch, 2020, S. 73.

56 Ebd., S. 74-74.

57 Daraus entstehen auch unheimliche Effekte, wovon der Erfahrungsbericht eines Tesla-Fahrers 2017 erzählt, der den Autopilot als »ein wenig erschreckend« beschreibt, »da er gegen jeden Instinkt und jede Muskelbewegung geht, die man in der Fahrstunde gelernt hat«. (<https://www.businessinsider.de/tech/ich-habe-teslas-autopiloten-vier-stunden-lang-verwendet-es-war-erschreckend-2017-9/> vom 17.03.2021.)



Abbildung 2: Die Simulation des Fahrzeugs und seiner engeren Umgebung: der Tesla-Touchscreen (Model 3) im Autopilot-Modus



<https://www.businessinsider.com/teslas-navigate-on-autopilot-review-2018-11> vom 02.02.2021.

Im Herbst 2020 kündigte Tesla an, das Autopilot-System sei künftig fähig, das »Umfeld aus einer Vogel-Perspektive darzustellen«, sodass »auf der Grundlage von Berechnungen der neuronalen Autopilot-Netze« ein neues Übersichtsbild der Fahrzeugumgebung auf dem Touchscreen angezeigt werde.<sup>58</sup> Diese, so Elon Musk, »Vektorraum-Vogelperspektive«<sup>59</sup>, ergänzt somit die Simulation des Fahrzeugs und seiner engeren Umgebung um eine programmatische Perspektive, die kein menschlicher Blick durch die Außenfenster je gewinnen kann und unterstricht somit die Auffassung, dass »Autonomie« hier dezidiert als nicht- oder besser: über-menschlich gedacht wird. Der Touchscreen als Dashboard-Fenster wird zunehmend zum Ort, an dem sich »Innen« und »Außen« programmatisch überlagern.

Dies ist nicht zuletzt deshalb interessant, weil die Geschichte des Dashboards Nathaniel Tkacz zufolge von Anfang an – das heißt: seit der Pferde-

<sup>58</sup> <https://teslamag.de/news/musk-tesla-autopilot-vogel-perspektive-auf-spezielle-art-30333> vom 17.03.2021.

<sup>59</sup> Ebd.

kutsche – auf eine Trennung von Innen und Außen hin angelegt worden ist: »The dashboard is literally the board which separates the driver from the ›dashing up‹ of mud and dirt from the horses' hooves. Its first function is one of separation.«<sup>60</sup> Diese Trennung aber war und ist zugleich eine, die, so Tkacz, genau damit eine Erweiterung (der Wahrnehmung und des Fahrens) ermöglicht: Denn erst durch das Einziehen einer Trennwand, die später zum Ort der Anzeige von Zuständen und »inneren« Prozessen der Automobile wird, können Fahrende besser auf jene »environmental elements«<sup>61</sup> konzentrieren, die das Dashboard auf räumliche Distanz hält.

Lange bevor also das Dashboard zum Ort und Schauplatz von Anzeigetafeln und Touchscreens wird, die nach Gotthard Günther »Information direkt von der Maschine her«<sup>62</sup> vermitteln, damit Fahrer:innen »dieses informative Datenmaterial« verarbeiten können, steht das Dashboard sowohl für Trennung als auch für (dadurch ermöglichte) neue Relationen. Es fügt eine Trennung ein und ermöglicht damit zugleich eine neue Verbindung zwischen dem Getrennten. So verstanden wird das Dashboard für Tkacz zu einer Art prä-programmatischem »interface«<sup>63</sup>. Diese historische Relation von Innen und Außen kommt mit dem »dashboard touchscreen« der automatisierten, semi-autonomen Fahrzeuge auf eine neue Ebene.

## Kontrolle (im Kreislauf)

Kontrolle wird hier nicht delegiert, sondern potenziert: Nachdem die Steuerung des Wagens (insbesondere bei den Stufen drei und vier) an die Autopilot-Technik übertragen worden ist, haben Fahrer:innen hinter dem Steuer *wahrnehmungsbereit* zu bleiben.<sup>64</sup> Ihre Erfahrungen, ihre Sinneswahrnehmung und vor allem ihr Blick auf die unterschiedlichen Fenster-Typen evaluieren die Eigendynamik des Fahrens. Sie kontrollieren die Kontrolle mit der permanenten Option des Eingriffs. Nach deutschem Recht kann diese

60 Tkacz, Nathaniel: »Connection Perfected: What the Dashboard Reveals«, Digital Methods Initiative, Winter 2015, [https://www.academia.edu/12077196/Connection\\_Perfected\\_What\\_the\\_Dashboard\\_Reveals](https://www.academia.edu/12077196/Connection_Perfected_What_the_Dashboard_Reveals) vom 17.03.2021.

61 Ebd.

62 G. Günther: Das Bewußtsein der Maschinen, S. 186.

63 N. Tkacz: »Connection Perfected«.

64 Vgl. Aches Gesetz zur Änderung des Straßenverkehrsgesetzes vom 16. Juni 2017 (BGBl. 2017 I, 1648).

Option jederzeit – wenn es das Fahrzeug oder die Situation erfordern – zur Pflicht werden.<sup>65</sup>

»So, if you ask the car to accelerate or brake or steer right or left,« formuliert dies Pete Bannon, Vice President of Silicon Engineering bei Tesla, »you can look at the accelerometers and make sure that you are in fact doing that. So, there's a tremendous amount of redundancy and overlap, in both, our data acquisition and our data monitoring, capabilities, here.«<sup>66</sup> Auf dieser (rechtlich immens bedeutenden) Ebene der Kontrolle können/müssen Menschen in »real time« die Effekte der Automatisierung erfahren, überprüfen und korrigieren. Potentiell dreht sich damit der Zeitdruck der Computer – »[i]n computer systems, ›real time‹ reacts to the live: their ›liveness‹ is their quick acknowledgment of and response to users' actions«<sup>67</sup> – also um.

Zu dieser (im Sinne der Kybernetik nur folgerichtigen) Umkehrung kommt eine weitere hinzu. Denn die von Bannon betonten *Redundanzen* und *Überschneidungen* von Kontrolle erschöpfen sich keineswegs in dieser Evaluierung der automatisierten Fahrzeugkontrolle durch Fahrer:innen, die neben dem äußeren Geschehen auch den Touchscreen als User-Interface dieses automobilen Computers im Blick und im Griff haben. Die Erklärung von Lex Fridman, AI-Forscher am MIT und Influencer via Twitter und YouTube, »control is transferred from human to machine and back to human«<sup>68</sup>, beschreibt nur die Hälfte dieser Transferleistung in Sachen Kontrolle: Zugleich werden in jedem Moment die Steuerung des Fahrzeugs sowie die Einflussnahmen und Korrekturen der Fahrer:innen durch die Maschine selbst erfasst, um die

65 Eine Folge ist die bei Tesla durch ein Software-Update Ende 2019 durchgesetzte 15-Sekunden-Regel, nach der im Autopilot-Modus »in Europa nach spätestens 15 Sekunden das Lenkrad berührt werden«, muss, während in Nordamerika »eine deutlich längere Zeitspanne erlaubt« ist (vgl. Hebermehl, Gregor/Knecht, Jochen/Sommer, Marcel: »Europa schränkt den Autopiloten ein«, in: Auto, Motor und Sport vom 18.12.2019, <https://www.auto-motor-und-sport.de/tech-zukunft/alternative-antriebe/tesla-retrofit-autopilot-hardware-update> vom 11.07.2021). Technisch umgesetzt wird dies durch die Erfassung des Drehmoments am Lenkrad: »Der Lenkassistent erkennt Ihre Hände, indem leichter Widerstand bei Drehungen des Lenkrads oder leichte manuelle Lenkeingaben erkannt werden (ohne ausreichende Kraft, um die Kontrolle zu übernehmen)« (Tesla: Model 3 Benutzerhandbuch, S. 119).

66 <https://www.youtube.com/watch?v=UcpoTTmvqOE> vom 02.02.2021.

67 Chun, Wendy Hui Kyong: Updating to Remain the Same. Habitual New Media, Cambridge: MIT Press 2016, S. 79.

68 <https://youtu.be/OoC8oHoCLGc> vom 02.02.2021.

Daten auszuwerten und für die Trainingsverfahren der *data engine* nutzbar zu machen.

Jedes Fahrzeug und Fahrverhalten wird in diesem Sinne noch einmal programmatisch kontrolliert. Das Zusammenspiel zwischen Sensoren- und Computer-Technologie wird benutzt, um Fahren jederzeit in Datenströme zugunsten automatisierter Evaluationsverfahren zu verwandeln. Was Fahrzeug und Fahrer:in tun, erfasst auch durch z.B. die interne Steuerungs-Sensorik des Lenkassistenten<sup>69</sup>, wird automatisch zur Vermehrung und Aktualisierung der Datenmenge und Beispielschätze.

Zu diesem Zweck ist vorgesehen, dass alle Fahrzeuge permanent miteinander verbunden sind. Alle Modelle verfügen über eine eingebaute, drahtlose Internet-Verbindung, die als »Standard-Konnektivität« sowohl den Service der »Over-the-Air-Software-Updates«<sup>70</sup> ermöglichen soll als auch die Übermittlung aller Daten des Fahrzeugs, oder besser: des Fahrens. Dieses Datenaufkommen, diese stetig wachsende Masse an Beispielen, ist das Produkt aller Fahrzeuge, die deshalb als »the fleet«<sup>71</sup>, als datenproduzierende Flotte, zur treibenden Kraft der *data engine* werden.

Fahren wird somit zur unbezahlten »Datenarbeit«<sup>72</sup>, die der automatischen Erfassung durch das menschliche Verhalten die entscheidende Komponente gibt. »Essentially, everyone is training the network all the time«, betont Elon Musk: »Whether the autopilot is on or off, the network is being trained. Every mile that's driven [...] is training the network.«<sup>73</sup> Diese Autos werden also zwar als Einzelobjekte gekauft, verpflichten aber gleichzeitig ihre Besitzer:innen zur kollektiven Arbeit des Datamining durch persönliche Erfahrungswerte – »sharing data with the company in a process called ›fleet learning‹«<sup>74</sup>. Andrej Karpathy bringt den Anteil der menschlichen Datenarbeit dieser Lernprozesse auf den Punkt: »While you are driving a car, what

69 Vgl. Tesla: Model 3 Benutzerhandbuch 2020, S. 119.

70 [https://www.tesla.com/de\\_DE/support/software-updates](https://www.tesla.com/de_DE/support/software-updates) vom 02.02.2021.

71 <https://youtu.be/UcpoTTmvqOE> vom 02.02.2021.

72 Heilmann, Till A.: »Datenarbeit im ›Capture‹-Kapitalismus. Zur Ausweitung der Verwertungszone im Zeitalter informatischer Überwachung«, in: Zeitschrift für Medienwissenschaft 13 (2015), S. 35-47.

73 <https://youtu.be/UcpoTTmvqOE> vom 02.02.2021.

74 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. 35.

you're actually doing is: you are annotating the data. Because you are steering the wheel, you are telling us how to traverse different environments.«<sup>75</sup>

Dass diese Datenarbeit – auch durch die Kameras inner- und außerhalb des Fahrzeugs – erfasst und gespeichert wird, ist Gegenstand einer Debatte um Tesla als »Datenkrake«, deren Fahrzeuge, so der Europäische Datenschutzbeauftragte Wojciech Wiewiórowski, »Informationen über unser Verhalten erheben und übertragen.«<sup>76</sup> Erfassung und Auswertung von Daten sei hier bereits, so wurde der Datenschutzbeauftragte des Landes Baden-Württemberg zitiert, »das zweite große Geschäftsmodell«<sup>77</sup>.

Die Benutzung automatisierter Fahrzeuge bildet demzufolge ein weiteres, nicht offensichtliches Beispiel der »soziotechnischen Voraussetzungen«<sup>78</sup> von ADM-Verfahren. Was (insbesondere bei Tesla) als autonome Automobilität versprochen und verkauft wird, ist Teil jener als KI, AI und *Machine Learning* in sich geschlossen scheinenden Ermächtigungen einer Computertechnologie, die gleichwohl weiter auf »Interaktionsformen durch menschliche Akteure angewiesen«<sup>79</sup> ist.

Arbeits(ver)teilung: Weil die automatisierte Überwachung der humanen Kontroll- und Steuerungsaktivität wesentlicher Teil der Funktion dieses Mobilitäts- und Geschäftsmodells ist, lässt sich das Tesla-Prinzip des *fleet learning* als avanciertes Beispiel des Capture-Kapitalismus verstehen, in dem »durch Verfahren des *capture* aus beliebigen Aktivitäten Daten gewonnen werden, die von kommerziell operierenden Unternehmen angeeignet und ökonomisch verwertet werden«<sup>80</sup>. Das Unternehmen profitiert von der unbezahlten Datenarbeit ihrer Kunden, welche ihrerseits – wenn die Auswertung

75 <https://youtu.be/UcpoTTmvqOE> vom 02.02.2021.

76 Humbs, Chris/Weller, Marcus: »Verstößt Tesla gegen Datenschutzregeln?«, Tageschau.de vom 17.09.2020, <https://www.tagesschau.de/investigativ/kontraste/tesla-datenschutz-101.html> vom 11.07.2021.

77 Ebd.

78 Mühlhoff, Rainer: »Menschengestützte künstliche Intelligenz. Über die soziotechnischen Voraussetzungen von ›deep learning‹«, in: Zeitschrift für Medienwissenschaft 21 (2019), S. 56-64.

79 Engemann, Christoph: »Rekursionen über Körper. Machine Learning-Trainings-daten-sätze als Arbeit am Index«, in: Christoph Engemann/Andreas Sudmann (Hg.): Machine Learning. Medien, Infrastrukturen und Technologien der Künstlichen Intelligenz, Bielefeld: transcript 2018, S. 247-268, hier S. 252.

80 T. Heilmann: »Datenarbeit im ›Capture‹-Kapitalismus«, S. 43.

in die *Over-the-Air-Software-Updates* einfließt – über entsprechend verbesserte Produkte verfügen.

Die in dieser Weise potenzierte Kontrolle und Evaluierung des Fahrens (der Mensch, der das selbstfahrende Fahrzeug kontrolliert, wird seinerseits vom Fahrzeug kontrolliert) erweist sich somit als ein Kreislauf der Kontrolle, weil die Daten dieser Doppel-Evaluierung fortlaufend in die *data engine* eingespeist werden. Ein, so die »over and over again«-Zielvorstellung von Tesla, unaufhörlicher Feedback-Loop spannt Maschinen für Menschen und Menschen für Maschinen ein.

Das zumindest ist die Wunschkonstellation des »Volles Potenzial für autonomes Fahren«-Konzepts, das von Tesla vorangetrieben und offensiv vermittelt wird: Der Regelkreis der kybernetischen Hypothese wird geschlossen. Menschliches Kontrollieren wird durch das Interagieren im Auto (d.h. mit zahlreichen User-Interfaces) zum wirksamen Element eines Kreislaufs der Kontrolle, der, wie das Konzept der *data engine* demonstriert, aus mehreren Feedback-Schleifen besteht.

## Interfaces (als Vermittlungsprozesse)

Dieser Zirkelschluss ist nur möglich, weil sich der Status aller Komponenten verändert hat, mit denen sich diese Sorte Autos steuern lassen. Es handelt sich bei all diesen Bestandteilen des Steuerns – vom Lenkrad über Gas und Bremse bis zu sämtlichen Funktionen des Touchscreens – um Interfaces, die Computerleistungen ermöglichen und dafür Input geben. Darauf baut die *data engine*: Das Besondere all dieser Steuerungsmittel liegt gerade darin, dass sie ebenso der Kontrolle eines computerisierten Autos dienen wie auch zugleich ein Netzwerk mit Eingaben versorgen.

Genau das markiert sie als Interfaces. Interfaces stiften Verbindungen, dank denen Computer funktionieren, mit anderen Computern verbunden sind und Beziehungen zu Menschen, anderen Maschinen und weiteren Teilen der Welt jenseits des Computers aufbauen. Interfaces leisten Vermittlungsprozesse für und als Computerarbeit. Sie stellen Verbindungen her und stiften Vermittlung zwischen Hardware und Hardware, Software und Hardware, Software und Software sowie zwischen diesen Hardware-Software-Verhältnissen und all dem, was kein Computer ist.<sup>81</sup>

---

81 Vgl. J. Distelmeyer: Kritik der Digitalität, S. 53-60.

Insofern kann hier auch nur dann noch von User-Interfaces gesprochen werden, wenn es sich z.B. um die Touchscreen-Steuerung der Geschwindigkeit handelt, deren *usability* sich mir noch mittelbar erschließen soll. Doch selbst diese User-Interfaces gehören im Sinne des *fleet learning* gleichzeitig zu jenen Interfaces zwischen (v)ermittelbarer Welt und Computern, die eigen-dynamisch-sensorisch und ohne mein Verständnis erfassen, was für sie zu Daten werden kann.

Alles, was ich in einem automatisierten Modell der Flotte zu seiner Steuerung bediene, wird im übergeordneten Sinne zu einem Interface der Datenarbeit. An diesem Beispiel erweist sich einmal mehr, dass Datenarbeit zualterer Arbeit mit und durch Interfaces ist, die sich durch Vielschichtigkeit auszeichnen und genau deshalb produktiv werden. Ihre oft betonte Prozessualität – »Interfaces are not things, but rather processes that effect a result of whatever kind.«<sup>82</sup> – basiert auf Komplexität: Interfaces vermitteln auf mehreren, miteinander verbundenen Ebenen zwischen Hardware, Software und dem, was jenseits jener Hardware-Software-Verhältnisse des Leitens mit ihnen (in Modi der Erfassung, Steuerung und Interaktion) in Verbindung kommen soll.<sup>83</sup>

Damit meine Änderung der Geschwindigkeit in/mit dem User-Interface des Touchscreens gelingen kann, wirken diverse Interface-Prozesse: An den mit operativen Bildern belegten Stellen des kapazitiven Bildschirms kommt es durch die Berührung zu veränderten elektrischen Kapazitäten. Akte des Leitens: Indem ich die Leitungsfähigkeit meines Körpers einsetze, können die betreffenden Befehle an die »innere Telegrafie«<sup>84</sup> des Computers geleitet werden, um jene Programmabläufe zu gewährleisten, die dann dem elektrischen Motor und seiner Steuerung entsprechende Signale geben.

Beim automatisierten Spur- und Abstandhalten laufen permanent Interface-Prozesse zwischen Hardware und Software, um den *real time*-Abgleich zwischen der Verarbeitung des sensorischen Inputs und den entsprechenden Befehlen zur Steuerung zu gewährleisten. Sobald Internet-Verbindungen wichtig werden, z.B. beim Datentransfer zum *fleet learning* und den Momenten des Fahrzeug-Updates, weiten sich die Interface-Prozesse

82 Galloway, Alexander R: The Interface Effect, Cambridge: Polity Press 2012, S. viii.

83 Vgl. J. Distelmeyer: Kritik der Digitalität, S. 53-95,

84 Winkler, Hartmut: Prozessieren. Die dritte, vernachlässigte Medienfunktion, Paderborn: Fink 2015, S. 284.

aus und kommen zusätzlich externe Hardware- und Software-Korrelationen der Netzwerkverfahren ins Spiel.

Der Kreislauf der Kontrolle schließt sich durch Interface-Prozesse, von denen die wenigsten auf ein bewusstes Umgehen von Menschen mit dem angewiesen sind, was ehemals User-Interfaces waren. Sensoren automatisierter Fahrzeuge sind nichts anderes als Interfaces zu jenen Teilen der Welt, die für die »aktive[] Überwachung der Fahrzeugumgebung«<sup>85</sup> als relevant und prozessierbar bestimmt worden sind. Ihr Input wird durch die leitenden Verbindungen zum FSD-Chip-System zu Entscheidungen verarbeitet, welche als Signale mittels weiterer Interface-Prozesse den Elektromotor und die Steuerungssysteme erreichen. Anders gesagt: Alles an den Verfahren, mit denen automatisierte Fahrzeuge durch die »Kombination von Sensorik und Filteralgorithmen jene Umgebungen als virtuelle Modelle technisch hervorbringen, an die sie sich adaptieren, indem sie sich bewegen und mit ihnen interagieren«<sup>86</sup>, ist an Interface-Prozesse gebunden.

Dass und wie all diese eigendynamischen Verfahren an menschliche Evaluation gekoppelt werden, die dann als neuer Input für die Ausbildung dieser Automatisierung erfasst und verwertet wird, macht das automatisierte Fahren zu einem Schlüsselphänomen der gegenwärtigen Computerisierung. Sie setzt sich von menschlicher Verantwortung und Handlungsmacht ab, indem sie diese Verantwortung und Handlungsmacht zugleich genau dafür einspannt. Hier, in den mannigfachen Interface-Prozessen dieser programmatischen Absetz- und Beteiligungs-Bewegung, kann eine Auseinandersetzung mit diesem Phänomen ansetzen.

---

85 Tesla: Model 3 Benutzerhandbuch 2020, S. 106.

86 Vgl. den Beitrag von Florian Sprenger in diesem Band.