

# Die Verkehrspsychologie im transdisziplinären Spannungsfeld von Technik und Umwelt.

Vom Wagenlenker der Antike zum autonomen Fahren – das neue Bewusstsein der Maschinen?

Traffic Psychology in the Transdisciplinary Area of Conflict between Technology and Environment: a Transdisciplinary Approach. From the Ancient Charioteer to Autonomous Driving – the New Consciousness of Machines?

Johannes Klopff

## Themenschwerpunkt Verkehrspsychologie ...

### Zusammenfassung

Das Erscheinen der Gottheit ist die höchste Form der Automobilität. Der Wagen-Mythos lebt seit der Antike ungebrochen fort. Der Automobilbereich erlebt die größte Revolution seiner Geschichte. Mensch und Maschine sind in der technologischen Zivilisation einen komplexen Verbund eingegangen, der sich in einer rasanten Evolution der künstlichen Intelligenz niederschlägt. Eine der ersten Begegnungsformen von intelligenten Robotern mit Menschen wird auf der Straße stattfinden, in Form von selbstfahrenden Autos. Die durch das automatisierte Fahren definierten Anforderungen an KraftfahrerInnen lassen es notwendig erscheinen, in einem Dialog aller Fachdisziplinen ganz besonders die Erkenntnisse der Verkehrspsychologie in die Planung künftiger Entwicklungen einzubeziehen. Der Sog der Automatisierung verlangt danach proaktiv gestaltet zu werden. Dem Menschen soll das Steuer so rasch wie möglich aus der Hand genommen werden. Nach allen bisherigen Erkenntnissen der Verkehrspsychologie ist jedoch von der Maschine zu fordern, dass sie dem Menschen in schwierigen Situationen hilft und nicht, dass sie ihm das Fahren abnimmt. Die riskanteste Phase beim Übergang zum autonomen Fahren wird die Phase sein, in der die Kontrolle zwischen Mensch und Maschine geteilt wird. Eine gemischte Verkehrswelt, in der ein Teil der menschlichen AkteurInnen durch hoch automatisierte Fahrzeuge ersetzt ist, wird eine Reihe schwer einschätzbarer Probleme generieren. Die Realisierung autonomer Roboter als „bewusste“ Maschinen mit einem „Hauch von Subjektivität“ ist nach wie vor nicht absehbar und hängt von weiteren neurobiologischen und formallogischen Innovationen ab.

### Abstract

*The appearance of a deity is the highest form of automobility, like in ancient chariot myths that live on until today. Currently*

*the automobile industry is undergoing its biggest revolution in history as man and technology have started to form a complex bond that finds expression in the rapid evolution of artificial intelligence. Traffic will be one of the first settings in which intelligent robots, in the form of autonomous cars, will encounter and interact with human beings. The demands autonomous driving puts on the car driver, make it necessary to include traffic psychological knowledge in the planning of future developments, in order to organize the process of automatization proactively. Autonomous driving should dislodge humans from the driver's seat as soon as possible, however, based on traffic psychological preliminary findings, at the moment the machine's job is to assist us in difficult situations and not to take away the steering wheel. The riskiest phase in the transition to autonomous driving will be the one in which vehicles driven by humans and highly autonomous ones will meet in a mixed traffic environment that will create a number of unpredictable problems. The realization of autonomous, intelligent robots as "conscious" machines with a "touch of subjectivity" cannot be foreseen and will depend on further innovations in neurobiology and formal logic.*

„Der Mensch als technische Existenz: Das scheint mir eine der großen Aufgaben einer philosophischen Anthropologie von morgen zu sein.“

Max Bense

### 1. Einleitung

Die Faszination der individuellen Automobilität gründet sich vor allem auf der Kontrolle der menschlichen FahrerInnen über Gaspedal, Lenkrad und Bremse. In der Verkehrspsychologie steht in der Regel das Subjekt der Lenkerin/des Lenkers, als selbstbewusste AkteurInnen im Mittelpunkt, ihre Verkehrszuverlässigkeit und ihre kraftfahrerspezifische Leistungsfähigkeit. Der Individual-

verkehr ist noch ein letztes Refugium von Zufällen und Risiko in einer zunehmend kontrollierten und verwalteten Gesellschaft. Das autonome Fahren (AF) bedeutet für die Verkehrspsychologie einen enormen Komplexitätsschub hinsichtlich ihrer Verflechtung mit Problemen der künstlichen Intelligenz (KI). KI ist eine Schlüsseltechnologie für zukünftige Automobile und viele andere Branchen. Die Forschung und Entwicklung an automatisierten Fernstraßen und Fahrzeugen hat bereits eine über 50-jährige Geschichte und es stellt sich die Frage, inwieweit die Vision realistisch ist, dass Menschen in naher Zukunft die Fahraufgabe vollständig an den Computer übergeben können. Aktuell sind mehr als 700 Unternehmen an der Entwicklung von Komponenten und Lösungen für autonome Autos beteiligt. Wie werden wir selbstfahrende Autos erleben? Ist der letzte Führerscheinneuling schon geboren?

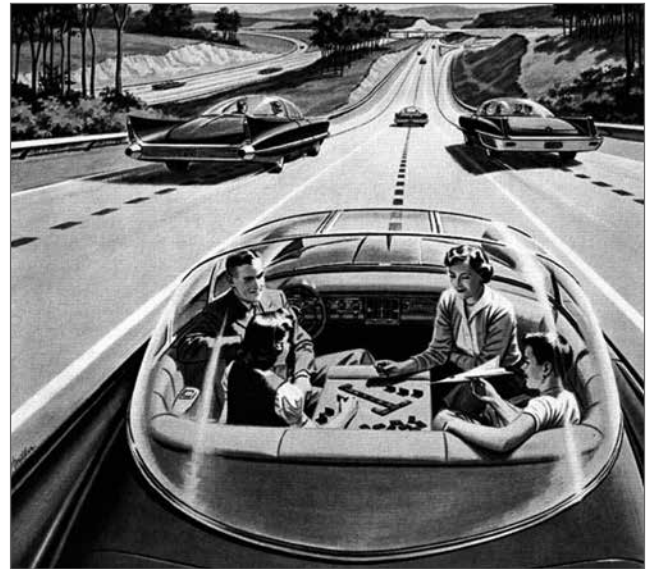
Das Auto der Zukunft wird technologisch aufgerüstet sein, es wird elektrisch sein – „vom Benzin im Blut zum Strom mit Hirn“. Es soll teil- und später vollautonom fahren können und es soll digital vernetzt sein. Noch kann man sein Leben jedoch nicht der Elektronik anvertrauen. Hochautomatisiertes Fahren kann in acht bis zehn Jahren auf Autobahnen realisierbar sein, AF im städtischen Mischverkehr mit großer Voraussicht nicht. ExpertInnen erwarten, dass insbesondere der Mischverkehr aus manuell und automatisch gesteuerten Fahrzeugen zu Problemen führen wird. So sollten zunächst spezielle autonome Fahrbahnen und Bereiche ausgewiesen werden, um autonomes Fahren dort „schrittweise“ einzuführen und Erfahrungen zu sammeln.<sup>1)</sup> Google-Gründer Larry Page ist nebenbei an Start-ups beteiligt, die ein fliegendes Auto bauen wollen.<sup>2)</sup> AF und Carsharing werden sich als sinnvolle Kombination symbiotisch entwickeln, weil autonom fahrende Fahrzeuge das Problem der Beschaffung und Rückgabe von Carsharing-Fahrzeugen lösen – von Car2Go zu Car2Come.

In der Verordnung des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT) über Rahmenbedingungen für automatisiertes Fahren (Automatisiertes-Fahren-Verordnung – Automat FahrV BGBl. II Nr. 402/2016) sind die Anwendungsfälle, in denen Assistenzsysteme oder automatisierte oder vernetzte Fahrsysteme vorhanden sind, geregelt. Verkehrsminister Leichtfried präsentierte im Juni 2016 den „Aktionsplan automatisiertes Fahren“.<sup>3)</sup> Die A2 bei Graz ist vom Bundesministerium als Teststrecke für autonomes Fahren freigegeben. Deutschland hat ebenso bereits gesetzliche Rahmenbedingungen für automatisiertes und autonomes Fahren geschaffen. So hat der Bundesrat in seiner Sitzung am 12.05.2017 einem Gesetz zur Änderung des Straßenverkehrsgesetzes zugestimmt, mit dem das automatisierte Fahren in Deutschland ermöglicht werden soll.

Der gebürtige Schweizer Bob Lutz, eine Ikone der globalen Automobilindustrie, ist der Auffassung, dass wir uns dem Ende des Automobils nähern, wie wir es kennen, weil wir künftig in standardisierten Modulen bewegt werden.<sup>4)</sup> Seiner Meinung nach wird Autofahren im

herkömmlichen Sinn in spätestens 20 Jahren verboten sein. Es wird letztendlich ein völlig autonomes Fahrzeug sein, in dem keine Fahrerin/kein Fahrer das Steuer übernehmen kann! Sie rufen es, es kommt zu Ihnen, Sie steigen ein, geben Ihr Ziel ein und werden auf die Autobahn gefahren. Auf der Autobahn wird es sich in einen 120 oder 150 Meilen pro Stunde fahrenden Konvoi anderer Module einfädeln. An dieser Stelle verschmelzen Eigenschaften des Individual- mit denen des Schienenverkehrs.

Abb. 1: The Road to Driverless Cars <sup>5)</sup>



Die Times in London sagte im Jahr 1894 voraus, dass bis 1950 die Straßen mit einer drei Meter hohen Mistschicht bedeckt sein würden; ein Kolumnist in New York, dass die Pferdeäpfel im Jahr 1930 bis zum 3. Stock der neuen Wolkenkratzer reichen würden. Die große Pferdekotkrise führte 1898 in New York zu einer internationalen Konferenz, die bereits nach drei Tagen ergebnislos abgebrochen wurde. Mit dem Aufkommen des Automobils, das sehr schnell auch für den Transportbereich entdeckt wurde, verschwand das Problem innerhalb weniger Jahre.<sup>6)</sup> Heute stehen wir vor einer ähnlichen Entwicklung – das Kfz mit Verbrennungsmotor sorgt, neben anderen mindestens ebenso starken Emissionsquellen, für Umweltprobleme wie Feinstaub etc., die man in den Griff bekommen muss. Die Lösung könnten alternative Antriebe und autonome Fahrzeuge sein. Trotzdem gibt es gute Gründe, von einer wachsenden Wertschätzung des Kulturguts Automobil und eines Neuaufbruchs der Oldtimerbewegung auszugehen. Wie das Pferd zu Anfang des 20. Jahrhunderts wird das Fahrzeug mit Verbrennungsmotor vielleicht im täglichen Leben überflüssig, aber deshalb nicht völlig verschwinden. Autonome Fahrzeuge verbinden uns auf ihre Weise wieder mit der Ära der Pferdekutschen, in der wir unsere Aufmerksamkeit nicht die ganze Zeit auf die Straße und den Verkehr lenken mussten.

## 2. Rad und Wagen in Geschichte und Mythos

Der entscheidende Wandel in der Lebensweise der Menschen im Neolithikum ist ursächlich auf das Ende der letzten Eiszeit zurückzuführen. Eine deutliche Klimaerwärmung setzte ein, Flora und Fauna passten sich den neuen klimatischen Verhältnissen an und die Landschaften veränderten ihr gewohntes Bild. Infolge dieser neuen naturräumlichen Situation bildeten sich Sesshaftigkeit, Ackerbau und Viehzucht als die wesentlichen Kennzeichen der neuen gesellschaftlichen Struktur. Die Fahrzeuge unseres täglichen Gebrauchs sind als Produkt einer langen Entwicklungsgeschichte zu betrachten, deren Beginn bis in das vierte Jahrtausend v. Chr. in den Vorderen Orient nach Uruk zurückreicht (s. Fansa, 2004). Aus dem Bewegungsprinzip und der Form des Spinnwirtels, der Rollsiegel oder auch der Töpferscheibe entsteht das Rad. Schleifen und Schlitten sind die Vorbilder des eigentlichen Wagens, der Aufbauten. Der Wagen setzt sich aus den Bestandteilen Rad, Achse und Wagenkasten zusammen. Der Wagen wurde nach derzeitiger Fund- und Sachlage in Mitteleuropa im Gebiet der Trichterbecherkultur erfunden, die sich von Südschweden bis nach Mähren, von den Niederlanden bis nach Osteuropa erstreckte (um 4000 v. Chr.). Von dort drang die Wagenidee unter anderem nach Osteuropa und über den Kaukasus nach Mesopotamien. Die Nichterfindung des Wagens in den komplexen Andenkulturen und in China zeigt, dass eine „Hochkultur“ bzw. Verstädterung keineswegs zur Wagenerfindung führen musste. Womöglich wirkte die Verstädterung sogar innovationshemmend für den Wagen. Eine der ältesten Abbildungen eines Wagens mit Wagenlenker und Zugtieren ist auf einem Keramikgefäß aus dem Irak überliefert und datiert um circa 2800 v. Chr.

Wann das erste Wagenrennen genau stattfand, ist bis heute unklar. Fest steht aber: Seit 680 v. Chr. ist dieser gefährliche Pferdesport eine Disziplin der Olympischen Spiele. Ausstattung, Training und Unterhalt von Pferden, Wagen, Lenkern und Knechten waren sehr teuer. Die Ursprünge der Wagenrennen sind wahrscheinlich nicht römisch, sondern hethitisch bzw. griechisch.<sup>7)</sup> In Griechenland war der von Pferden gezogene, von Menschen gelenkte Wagen ursprünglich ein Kriegsgerät. In der Ilias kommt der Streitwagen oft bei Gefechten zum Einsatz, wobei er schon eine Art Statussymbol darstellt. In der Römerzeit gab es große Massenveranstaltungen in der Arena und im Circus. Die Protagonisten, Gladiatoren und Wagenlenker, wurden genauso gefeiert wie Cristiano Ronaldo oder Lewis Hamilton heutzutage. Gaius Appuleius Diocles war ein Wagenlenker im antiken Rom und lebte im zweiten Jahrhundert nach Christus. Der aus dem heutigen Portugal stammende Lusitanier heimste bei Wagenrennen im römischen Circus Maximus Preisgelder in Höhe von fast 36 Millionen Sesterzen ein, genug, um den Sold sämtlicher Legionäre des Imperiums für fast zweieinhalb Monate zu bezahlen.

Abb. 2: Wagenlenker im antiken Rom<sup>8)</sup>

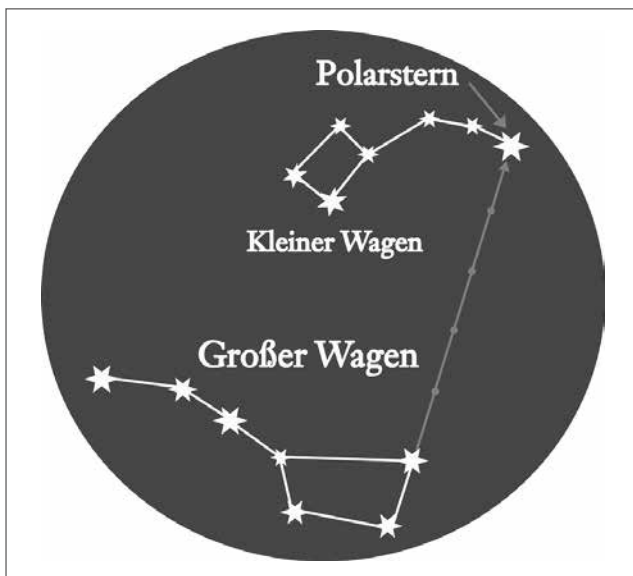


Beweglichkeit als Element von Herrschaftswahrnehmung, Geschwindigkeit als Mittel zur Allgegenwart: Das Erscheinen der Gottheit ist die höchste Form der Automobilität, denn die Gottheiten aller Religionen erscheinen schon immer übermenschlich automobil als Ausdruck ihrer Herrschaft über Raum und Zeit. Bereits die ältesten Aufzeichnungen, die Veden, erwähnen Luftfahrzeuge unter dem Begriff Vimana – Fahrzeug der Götter. Übersetzt aus den in Sanskrit verfassten Texten heißt Vimana „Flugobjekt“ und bedeutet wörtlich „Objekt, das in jeder Hinsicht beweglich (vi-), den Raum durchmessend (-mana) ist“. Immer wieder ist von den „Streitwagen der Götter“ zu lesen, die von Pferden gezogen wurden, teilweise auch wie Flugzeuge oder Raketen unterwegs waren. Sie fliegen mit Vogel- oder Fledermausflügeln, reiten auf Tieren, auf denen Menschen gemeinhin nicht reiten: auf Delphinen und Fischen, auf Stieren und Böcken, auf Adlern und Schwänen und anderem Getier. Der Tier-Mensch Enkidu des Gilgamesch Epos um 1200 v. Chr. zeigt, wie unscharf noch in dieser Zeit die Grenze zwischen Mensch und Tier verlief. Verwandt mit Mischwesen sind jene mythischen Tiere, die sich durch Kräfte auszeichnen, die ihre Artgenossen nicht teilen wie der nemeische Löwe, der Widder mit dem goldenen Vlies, die Feuer schnaubenden Stiere oder der Phönix. Diese Mischwesen sind Ausdruck des Dämonisch-Göttlichen und damit des Unter- und Über-rationalen und gehören zu den ältesten geschichtlich feststellbaren Bewusstseinsinhalten der Menschheit (Speyer, 2012). Mischwesen, die aus der Population verschiedener natürlicher Lebewesen wie Pflanzen, Tieren und Menschen hervorgegangen sind, sind ebensolche Phänomene, wie jene in denen Technomorphes sich mit Biomorphem vermählt hat. Mischformen von Technisch-Instrumentellem und Biologischem entstanden in der Renaissance als Monstrositas, als Grotteskwesen. Hier hat auch die Lehre, dass der Mensch eine Maschine sei, ihren Ursprung und führt über Descartes zu Julien Offray de La Mettrie. Einer der beunruhigendsten Aussprüche George I. Gurdjieffs (1866-1949) war, dass der Mensch eine Maschine sei. Ohne richtig angewandte Selbst-Beobachtung wird ein Mensch niemals die Verbindung und die Beziehung zwischen den verschiedenen Funktionen

seiner Maschine verstehen, er wird nie verstehen, wie und wieso bei jeder Gelegenheit alles in ihm geschieht. Ohne Selbsterkenntnis, ohne Verständnis der Arbeit und der Funktionen seiner Maschine kann ein Mensch nicht frei sein, kann er sich selbst nicht lenken und bleibt ein Spielball der Kräfte, die auf ihn wirken. Die Arbeit an sich selbst muss mit dem „Kutscher“ beginnen. Der Kutscher ist das Denken. Um seines Herren Stimme zu hören, darf der Kutscher vor allem nicht schlafen, das heißt er muss aufwachen (vgl. Martin, 2007). Die Wiederhereinnahme der Beobachterin/des Beobachters in die Wissenschaft ist das große Verdienst von Heinz von Förster (1911-2002). Was die KybernetikerInnen antreibt, ist die tiefgründige Einsicht, „dass es eines Gehirns bedarf, um eine Theorie über das Gehirn zu schreiben“. Die Kybernetik wird zur Kybernetik der Kybernetik oder zur Kybernetik zweiter Ordnung. (s. Paul, 2013)

Der altgriechische Schiffslenker oder Steuermann, der Kybernetes, fand etymologisch in dem römischen Gubernator als Gouverneur Eingang in das praktische Staatswesen. Er orientierte sich an den Sternen. Die Erdachse zeigt, wie die Deichsel des Kleinen Wagens, auf den Polarstern. Der Große Wagen ist kein eigenes Sternbild, sondern ein Teil des Großen Bären. Laut der griechischen Mythologie entstand das Sternbild Großer Wagen folgendermaßen:<sup>9)</sup>

Abb. 3: Sternbild Großer Wagen <sup>10)</sup>



Gott Dionysos verweilte einst auf der Erde und suchte für sich ein Nachtquartier. Nachdem er mehrmals abgelehnt wurde, nahm ihn ein armer, gastfreundlicher Hirte auf, der sogar noch seine spärliche Mahlzeit mit ihm teilte. Zum Dank verriet Dionysos dem Hirten das Rezept zur Weinherstellung. Nachdem dieser den Wein hergestellt hatte, füllte er den Wein in Ziegenschläuche, lud sie auf seinen Wagen und besuchte damit befreundete Hirten, um sie von dem neuen Getränk kosten zu lassen. Nachdem diese den Wein gekostet und einiges davon getrunken hatten, wurden sie betrunken und wähten sich von dem Hirten vergiftet. In ihrem Rausch wollten sie dafür

an dem Hirten Rache nehmen und erschlugen ihn. Erst als sie wieder nüchtern wurden, erkannten sie, was sie getan hatten. Gott Dionysos war sehr bestürzt, als er sah, was mit dem Hirten geschehen war. Dem Hirten zu Ehren erhob er den Wagen des Hirten an den Nachthimmel, an dem er heute immer noch als Großer Wagen steht.

Als Sonnenwagen werden wagenartige mythologische Darstellungen bezeichnet, die die Fahrt der Sonne verbildlichen. Diesen fährt der griechische Gott Helios. Gezogen wird der einachsige Wagen von vier Feuerrössern. Überliefert ist auch der Mythos von der Wagenfahrt seines Sohnes Phaeton, halb Mensch und halb Gott (Schlinkert, 2007). Dieser bittet darum, für einen Tag den Sonnenwagen lenken zu dürfen. Helios versucht vergeblich, ihn von diesem Plan abzubringen. Phaeton besteigt den Sonnenwagen und rast los, das Viergespann gerät außer Kontrolle, er verlässt die tägliche Fahrstrecke zwischen Himmel und Erde und löst eine universale Katastrophe aus. Phaeton konnte den väterlichen Wagen zwar nicht steuern, „doch er starb als einer, der Großes gewagt hatte“.

Im Dialog Phaidros<sup>11)</sup> schildert der platonische Sokrates den Seelenwagen. Die Seelen sind ebenso wie die Götter geflügelte Wagenlenker. Jeder lenkt ein Gespann von zwei geflügelten Pferden. Die Götter haben nur gute Pferde, die menschlichen Seelen hingegen ein gutes und ein schlechtes. Mit intakten Flügeln kann das menschliche Gespann in den Himmel aufsteigen, doch bei Verlust des Gefieders fällt die unsterbliche Seele auf die Erde, wo sie einen sterblichen Körper annimmt. In einer himmlischen Prozession können manche Seelen den Göttern folgend bis zum „überhimmlischen Ort“ aufsteigen. Dort erblicken sie die platonischen Ideen, insbesondere die Idee des Schönen. Auf der Fahrt stoßen die Seelen aber auf große Schwierigkeiten, da ihr Gespann wegen der Verschiedenartigkeit ihrer Pferde schwer zu lenken ist. Das schlechte Pferd strebt, wenn es nicht sehr gut erzogen ist, nach unten, wodurch in dem Gespann ein Konflikt entsteht und das Gefieder beschädigt und schließlich eingebüßt wird. Die zur Erde gefallenen Seelen können wieder aufsteigen, wenn das verlorene Gefieder nachwächst. Dieses Nachwachsen wird durch philosophische Betätigung und die Liebe zum Schönen ermöglicht.

Im Tarot ist der Triumphwagen die siebte Karte, es geht um die Darstellung der Heiligen Siebenheit in all ihren Manifestationen. In den Begriffen des Tarots ist der Wagen der Archetyp des Geistes. Im Jungschen Tarot (Wang, 1988) wird der Wagen nicht von Pferden gelenkt, sondern von der Kraft der Krone angetrieben, des obersten Schöpfers, dem allein der Wagenlenker verantwortlich ist. Der Sohn repräsentiert das entstehende Selbstbewusstsein, der Wagen als Symbol versichert, dass wir bei dieser Entwicklung nicht alleine sind und durch eine innere Führung, gleich einem Schutzengel, geschützt und geführt werden. Die Rückkehr des verlorenen Sohnes zum Vater bezeichnet Parmenides als Wagenfahrt des Jünglings von der Nacht zum göttlichen Geist, Platon in seinem berühmten Höhlengleichnis

als Aufstieg der Seele zur Sonne (Gott, Geist). In der Thronwagenmystik, in der Vision des Ezechiel, sind bereits die apparathaften und automatenartigen Züge des Gottesthrones zu erkennen. Göttliche Gestalten müssen maschinell erscheinen, durch Himmelsmaschinen oder durch Höllenmaschinen. Der Reiter wird zum Fahrer. Er hat etwas von einem *deus ex machina* an sich – ein Gott, wie er auf der Bühne des Mittelalters erschienen ist. Das Ekkyklema (von grch. *ἐκκυκλεῖν* – herausrollen) rollte die Figuren auf Rädern auf die Bühne und die darauf erscheinende Gottheit löste den gordischen Knoten einer scheinbar verfahrenen Situation. Gleich wie Gott schafft, kann auch der Mensch schaffen (s. Klopff, 2012). „Der Wagen“ warnt uns aber vor der Gefahr des Größenwahns, der Hypertrophie des Selbstbewusstseins und belehrt uns über den wahren Sieg, den das Selbst erringt.

Abb. 4: Der Thronwagen <sup>12)</sup>



Himmel und Hölle bedingen einander, sie entsprechen einander komplementär in ihrer Bildpropaganda und konkurrieren in der Technologie. In den Maschinenpark der Hölle passt alles, was sich mit Feuer- oder Dampfrückstoß, durch Verbrennung oder Explosion oder Zeugung von Feuerschweif, Funkenflug, Rauch, Dampfgeknatter, Geheul und Gestank fortbewegt. Höllen- und Himmelsmaschinen unterschieden sich dadurch, dass Gott seine Maschine schafft, den Kosmos als Sphärenmaschine (*machina mundi*), um sie als sein Vehikel, sein Vermittlungsinstrument, zu seinem Erscheinen – als *deus ex machina* – zu nutzen, während der Teufel, der Dämon, der Diabolus, selbst Teil – sozusagen unreines, unkeusches Teil – der Maschine ist und bleibt. Er bleibt ihr verhaftet, löst sich nicht von ihr und ist nicht zu erlösen; so quält er andere und sich durch sie: als *diabolus in machina* (aus: Berns, 1996).

### 3. Das transdisziplinäre Spannungsfeld von Technik und Umwelt – die technologische Zivilisation

Lebensweltliche Probleme erfordern aufgrund ihrer Komplexität zunehmend transdisziplinäre Forschung, um eine am Gemeinwohl orientierte Problemlösung zu erarbeiten. Transdisziplinarität ist ein Forschungs- und Wissenschaftsprinzip, das dort wirksam wird, wo eine allein fachliche oder disziplinäre Definition von Problemlagen und Problemlösungen nicht möglich ist bzw. über derartige Definitionen hinausgeführt wird (Mittelstraß, 2003). Die Konvergenz von Technik, Mathematik und Neurowissenschaften und deren jüngste Fortschritte haben eine neue Gelegenheit für Synergien zwischen diesen Gebieten geschaffen. Inter- bzw. transdisziplinäre Erkenntnisse werden uns helfen, unsere auf die Sicherheit der Mobilität gerichteten Ziele zu erreichen. Die Geburt und Evolution von Denkmaschinen ist eines der aufregendsten, interessantesten und positivsten Ereignisse der Geschichte des menschlichen Denkens. Stephen Hawking ist davon überzeugt, dass Computer in Zukunft theoretisch menschliche Intelligenz nicht nur erreichen, sondern übertreffen könnten. Künstliche Intelligenz könnte demnach aber auch zum „schlimmsten Ereignis in der Geschichte der Zivilisation“<sup>(13)</sup> werden. Die Entwicklungen müssten daher unter menschlicher Kontrolle bleiben und die Gesetzgeber müssten sich früh mit Regeln für KI und Roboter auseinandersetzen. Steven Pinker (2013) hat nachgewiesen, dass in dem Maße, wie die technische Zivilisation fortschreitet, das Ausmaß von Gewalt zurückgeht. Gleichzeitig warnt Nick Bostrom (2014) vor dem Entstehen einer Superintelligenz, dem Szenario einer technischen Intelligenz, die uns alle beherrschen und sogar auslöschen könnte, als reale Bedrohung. Joachim Paul<sup>(14)</sup> hält die Idee der Superintelligenz nach Bostrom für eine ungeheure Projektion, in der unsere fehlende Achtung vor dem Leben auf uns selbst als Urangst zurückschlägt.

Mit der Technologie, die der Mensch entwickelt, verändert er nicht nur die Umwelt, sondern darüber hinaus sich selbst und die Gesellschaft, in der er lebt. Damit ist das Anthropozän ein Phänomen, das an der Schnittstelle von Sozial- und Naturwissenschaft liegt. Das Universum gibt es seit 13,8 Milliarden Jahren, auf der Erde dauerte es etwa 3,5 Milliarden Jahre von der Entstehung einzelligen Lebens bis zum Erscheinen des *Homo sapiens*. Diesen Menschen gibt es seit ca. 200.000 Jahren. Die Entwicklung des menschlichen Gehirns, seine „Hardware“ sozusagen, fand bereits im Pleistozän ihren Abschluss. Seit etwa 100.000 Jahren hat es sich nicht mehr verändert. Zwischen 1500 bis 1100 v. Chr. entstand der Mensch, so wie wir ihn heute kennen (Jaynes, 1988). Vor weniger als 100 Jahren schufen Menschen Maschinen, die selbstständig ausgefallene Berechnungen durchführen können. Die Auswirkungen der KI auf die Menschheit werden ständig größer und um sicherzustellen, dass diese Auswirkungen positiv sind, gibt es sehr schwierige

Forschungsprobleme, an denen wir gemeinsam arbeiten müssen. Die Grenze zwischen Natur und Technik ist aber schon vor Millionen Jahren gefallen, als man begann, mit einem Stein die gebrechliche Hand zu unterstützen. Die Verschmelzung von Natur und Gesellschaft erfolgt durch Technologie, durch die „Welt der Dinge“. Das Problem besteht in der kategorischen Trennung von Mensch und Maschine. Die Mensch-Maschine-Schnittstelle hat sich in den Menschen selbst hineinverlagert. Ganze Forschungszweige widmen sich der Technikfolgenabschätzung<sup>15)</sup> und vergessen meist, dass Menschen und Maschinen längst einen komplexen Verbund eingehen, den man technologische Zivilisation genannt hat (Klagenfurt, 2016).

Der Mensch hat sich zu einem Hybrid aus Natur, Gesellschaft und Technik entwickelt, hinter dem der Archetyp des Übergangs und der Wandlung steht: der Trickster. Er ist Metapher für die Genese des Bewusstseins. Erst mit dem Bewusstsein entsteht die Welt, wie wir sie erfahren. Aufgrund seiner Komplexität und Flexibilität besitzt das System „Bewusstsein“ eine derartige Eigendynamik, sodass nicht vorausgesagt werden kann, was es ersinnt. Wie im Mythos ist der Trickster somit der Schöpfer der Welt (Klopff, 2016). An Maschinen werden nicht nur Denk-, sondern auch Verhaltensroutinen delegiert. Insofern lassen sich Maschinen auch als „versteinerte Sozialbeziehungen“ definieren (Bammé, 2003). Nach Gotthard Günther (1957) ist der traditionelle Begriff von Maschine viel zu eng gefasst und es erscheint eine generalisierte Konzeption von „Maschine“ möglich, die auch biologische Systeme umfasst. Dass der menschliche Körper durch Werkzeuge oder Maschinen erweitert wird, ist schnell ersichtlich (Fernrohr, Fahrrad, Schrift etc.). Werkzeuge und Maschinen sind nicht nur bloße Körpererweiterungen, sondern verändern das Denken der Menschen. Medien verändern auch das Denken und Verhalten ihrer NutzerInnen (McLuhan, 1968). Im Computer wird das vernünftige Denken selber in die Maschine ausgelagert. Der historische Vorgang der Menschheitsentwicklung soll schließlich nichts anderes sein, als ein steter Prozess der Entsubjektivierung (Krone, 2016).

Technologien werden immer weiter in unsere Umgebung integriert; sichtbar und erkennbar bleibt für den Menschen jedoch zumeist nur das, was er bedient. Wir begegnen diesen Schnittstellen im Alltag mittlerweile so häufig, dass wir sie deshalb oftmals gar nicht mehr als Computersysteme wahrnehmen. Die positive Vision ist, dass die Erweiterung nahezu aller Gegenstände um „Kommunikationsfähigkeit“ und eine gewisse „Intelligenz“ dazu führt, dass unser Alltag spürbar erleichtert wird und die „intelligente Umgebung“ uns auf „natürliche“ Art und Weise bei Bedarf unterstützt – von artificial intelligence zu ambient intelligence (s. Osswald et al., 2012). Das heißt, dass die Nutzung der Computerleistung nicht mehr Aufmerksamkeit erfordert als die Ausführung anderer alltäglicher Tätigkeiten wie gehen, essen oder lesen. Blickt man heutzutage in das Handbuch eines Autos, kann man 30 und mehr Elektromotoren in den verschiedensten Bauteilen finden, die unter ande-

rem den Motor starten, den Scheibenwischer betätigen oder die Tür schließen. Was bleibt, ist die Steuerungsoberfläche dessen, was von vielen Menschen gerne als das System an sich angesehen wird: die Schnittstelle. Ob ein Autocockpit, die grafischen Benutzeroberflächen in Computersystemen oder Sprachsysteme einer Hotline, diese und andere Schnittstellen bilden den Übergang zwischen den Computersystemen und den AnwenderInnen.

#### 4. Der Vertrauensgrundsatz im Verkehr als sozialem System

Verkehrsverhalten ist immer auch Sozialverhalten. Historisch gab es eine stetige Koevolution von technischen und sozialen Systemen. Im Zentrum der Forschungsarbeiten zur Wechselwirkung zwischen teil- und hochautomatisierten Fahrfunktionen und dem menschlichen Verhalten stehen unterschiedliche Automatisierungsstufen und die Problembereiche der Automatisierung: Vertrauen, Kompetenzverlust und Situationsbewusstsein. Autonome Fahrzeuge werden sich primär vorsichtiger verhalten als menschliche AutofahrerInnen, da sie wenig Wissen über den Kontext und wenig informelle Zeichen besitzen. Die Car2Car-Kommunikationsmöglichkeiten sind heute noch sehr beschränkt und wenig verlässlich. Wie sollen autonome Systeme z. B. die Intentionen anderer VerkehrsteilnehmerInnen einschätzen? Mit ungeschützten VerkehrsteilnehmerInnen wird die Kommunikation mit Blicken, mit Aktionen und Aktionsreihenfolgen vielfältig genutzt. Je nach mentaler Situation wird mehr oder weniger intensiv miteinander verhandelt, z. B. beim Überschreiten des Fußgängerübergangs, dazu benötigt man grundsätzlich die Fähigkeit zur Perspektivenübernahme. Das Führerscheingesez (FSG) hat die Eignung der Lenkerin/des Lenkers im Blick, während für die „Eignung“ des automatisierten Fahrsystems die Zulassung bedeutsamer wird. Im Hinblick auf die Straßenverkehrsordnung stellt sich insbesondere die Frage, wie in einer automatisierten Fahrzeugwelt etwa mit dem Vertrauensgrundsatz gemäß § 3 StVO umzugehen sein wird (s. Eisenberger et al., 2016). Sind automatisierte Fahrzeuge in einer bestimmten Weise zu kennzeichnen und damit vom Vertrauensgrundsatz graduell auszunehmen? Kann für autonome Autos der Automatisierungsstufe fünf der Vertrauensgrundsatz gelten? Die Teilnahme am Straßenverkehr erfordert ständige Vorsicht und gegenseitige Rücksichtnahme. Nur dank dem Vertrauensgrundsatz können wir Ampeln und Vorfahrt haben, ansonsten müsste man in der Tat an jeder Kreuzung soweit abbremsen bis anhalten, um sicher zu gehen, dass die kreuzenden Straßen frei sind oder die diese befahrenden Autos bereits angehalten haben. Die besondere Herausforderung in den nächsten zehn bis 20 Jahren besteht darin, dass zahlreiche unterschiedliche technische Innovationen bevorstehen,

die jede für sich genommen rechtlich zu beurteilen ist. Zentral für den Einsatz automatisierter Fahrzeuge in Österreich sind das Verkehrsrecht, das Datenschutzrecht sowie das Haftungs- und das Strafrecht. Automatisiertes und autonomes Fahren unter Einsatz selbstlernender Fahrzeugsteuerungen bringen grundlegende rechtsphilosophische und rechtstheoretische Fundamente ins Wanken, es entstehen neue Schadens- bzw. Haftungskonstellationen.

Die Automatisierung stellt eine Gefahr hinsichtlich einer Dequalifizierung der LenkerInnen dar. Solange die FahrerInnen ins System eingreifen können, benötigen wir geschulte FahrerInnen. Die Rolle wandelt sich von aktiv handelnden LenkerInnen hin zu passiven SystemüberwacherInnen. Wenn ein Mensch etwas nicht kann, dann die Überwachung eines Systems, das gut funktioniert. Auf die FahrerInnen kommen neue Aufgaben zu, wie die Übergabe (handover) und Übernahme (takeover) der Fahraufgabe (Claesen, 2017). Trotzdem müssen die FahrerInnen jederzeit wahrnehmungsbereit sein und die Fahrzeugsteuerung bei einer Übernahmeaufforderung unverzüglich übernehmen können. Die riskanteste Phase beim Übergang zum AF wird die Phase sein, bei der die Kontrolle zwischen Mensch und Maschine geteilt wird; das Wichtigste wird sein, den Menschen das Steuer so schnell wie möglich ganz aus der Hand zu nehmen. Die Regierungen werden sich daher rascher an neue Technologien anpassen, als die Menschen selbst wollen. Es soll hier aber auch nach der Akzeptanz gefragt werden dürfen: Wer will überhaupt autonom gefahren werden? Die Selbstfahrtechnologie verspricht Kostenreduktion durch Unfallvermeidung und weniger Umweltkosten durch verringertes Fahrzeuggewicht. Da die Umgebung das Fahrverhalten selbstfahrender Autos beeinflusst, wird der Anteil an Roboterautos am Verkehrsgeschehen erst ab einer kritischen Masse von 50 bis 75 Prozent zu den erhofften Effizienzsteigerungen führen.

## 5. Automatisiertes und autonomes Fahren

Die Entwicklung des autonomen Fahrens ist der größte Innovationstreiber der Autobranche mit ihren Fahrzeugherstellern und Systemlieferanten. Deutschland, Österreich, die Schweiz oder auch Europa generell hinken in allen Bereichen der neuen Automobilindustrie hinterher. Die USA können im Bereich der Fahrzeugautomatisierung als Spitzenreiter angesehen werden. Momentan kommt kein Anbieter auch nur annähernd an die Anstrengungen von Google heran (s. Herger, 2017). Zukunftstechnologien sind Teil eines gesellschaftlichen Heilsversprechens. Wenn autonomes Fahren tatsächlich Unfälle verringern soll, muss das „menschliche Versagen“ zuverlässig ausgeschlossen sein. Die große Mehrheit aller Verkehrsunfälle ist auf menschliche Fehler zurückzuführen, dies sind insbesondere die Missachtung von Verkehrsregeln, das falsche Einschätzen von Gefah-

rensituationen sowie Alkoholeinfluss. Autonome Fahrzeuge könnten die Unfallzahlen womöglich drastisch senken, geschätzt wird eine Unfallverringerung von 90 bis 95 %.

Die Klassifizierung der SAE International unterteilt die Fahrzeugautomatisierung in sechs Stufen (vgl. Eisenberger et al., 2016).

Tab. 1: Sechs Stufen der Fahrzeugautomatisierung

Level	Automatisierung/ Autonomie	Fahrer
0	Keine Automation. Absolute menschliche Autonomie über das Fahrzeug. Keine Assistenzsysteme vorhanden.	Fahrer fährt selbst; führt alle Fahraktivitäten selbst aus.
1	Fahrerunterstützende Technologieelemente. Assistenzsysteme helfen (z. B. Tempomat, Parkassistent).	Fahrer behält vollständige Kontrolle.
2	Teilautomatisierung (z. B. Spurhalten, automatisches Einparken und Abbremsen).	Fahrer muss das Fahrgeschehen aktiv verfolgen und jederzeit eingreifen können, ist vollständig verantwortlich (hands off).
3	Hochautomatisierung (z. B. Auto überholt selbstständig).	Fahrer muss nicht permanent überwachen (eyes off).
4	Vollautomatisierung (System übernimmt dauerhaft die Führung des Autos). „Steuermann lass die Wacht!“	Fahrer muss nur optional in Notfallsituationen eingreifen (mind off).
5	Autonomes Fahren/ Fahrzeug ersetzt den Menschen. Alle Mitfahrer sind Passagiere.	Kein Fahrer erforderlich.

Laut dem SAE-Standard sind ab Level 4 alle Eingriffe durch die Fahrerin/den Fahrer optional, selbst in Notsituationen. Ein Level 4-Fahrzeug agiert praktisch wie in Level 5, nur ist dessen Operationsbereich eingeschränkt. Ein Level 4 Fahrzeug muss über die Funktionalität, autonom eine sogenannte minimal risk condition erreichen zu können, verfügen – entweder wenn eine Übergabe an die Fahrerin/den Fahrer von diesem nicht bestätigt oder das Fahrzeug das Ende des definierten Operationsbereiches erreicht. In Interviews mit Piloten, um Strategien für sichere und effiziente Übergaben zu identifizieren, die dann auf semiautonome Autos umgelegt werden können, fanden Trösterer et al. (2017) eine Ähnlichkeit zum Fahrzeugkontext, da Flugzeuge zwar verstärkt automatisiert unterwegs sind, jedoch, wenn man diese auf den Fahrzeugkontext umlegt, noch irgendwo zwischen Level 3 und 4 einzuordnen sind. In der aktuellen Fachliteratur (s. Mirnig et al., 2017) liegt der Fokus auf Studien, wie die Übergabe vom Fahrsystem zur Fahrerin/zum Fahrer (takeover) schneller erfolgen kann, ebenso wie die korrekte Entscheidung des Systems eine Übergabe einzuleiten. Derzeit ist ein starker Trend Richtung Vollautomatisierung (Level 5) sichtbar, welcher auch wegen

der schwierigen Lösbarkeit von Level 3 Übergaben in sicherheitskritischen Situationen geschuldet ist. Eine Art Teufelskreis, da man davon ausgeht, Level 3 bald überwunden zu haben, die Transitionsphase jedoch umso länger dauert, so lange es keine effektiven Lösungen für den Mischverkehr gibt.

Im Mischbetrieb besteht der Straßenverkehr aus Fahrzeugen mit allen Automatisierungsgraden (vgl. Maurer et al., 2015) von „Driver only“ über „assistiert“ bis „vollautomatisiert“. Da die Gesamtheit aller Fahrzeuge auf öffentlichen Straßen sich nur über einen Zeitraum von etwa 20 Jahren weitestgehend erneuert, ist davon auszugehen, dass unter der Annahme einer evolutionären Entwicklung in absehbarer Zukunft kaum zu erwarten ist, dass ein Großteil der Fahrzeuge ohne Fahrerinteraktion betrieben wird. Es gibt drei Szenarien für die Einführung von höhergradig automatisierten Fahrzeugen (s. Beiker, 2015):

- Die Evolution der Fahrerassistenzsysteme durch die etablierte Automobilindustrie,
- die Revolution der Individualmobilität durch automobilfremde Technologiefirmen und
- das Zusammenwachsen der Individualmobilität mit der öffentlichen Personenbeförderung als Transformation durch Firmenneugründungen und Mobilitätsdienstleister.

Der Horizont der Fahrzeugsensorik ist nach wie vor sehr beschränkt, die Horizonterweiterung wird vornehmlich durch Infrastrukturdaten erfolgen. Um im digitalen Zeitalter Mobilität zu ermöglichen, bedarf es einer entsprechenden digitalen Infrastruktur. Geo-Information ist die Information über geografische Phänomene, die direkt oder indirekt mit einer auf die Erde bezogenen Position verbunden ist. Grundlage dieser Daten-Infrastruktur ist ein einheitliches Referenzsystem für sämtliche Informationen mit räumlichem Bezug zur Verkehrsinfrastruktur. Eine Kombination aus Umfeldsensorik und digitalem Kartenmaterial wird den Handlungsspielraum für autonome Fahrzeuge aufspannen (s. Widmann, 2017). Neben der Positionsbestimmung muss das autonome Fahrzeug auch Objekte in seinem Umfeld erkennen können. Dies sind zunächst VerkehrsteilnehmerInnen wie z. B. fahrende oder stehende Fahrzeuge, RadfahrerInnen oder FußgängerInnen. Die Objekterkennung umfasst auch die Straßenausstattung wie etwa Verkehrszeichen, Wegweisungen, Bodenmarkierungen oder Verkehrslichtsignalanlagen. Hinzu kommen noch alle sonstigen Objekte wie beispielsweise Bäume, Tiere oder auch rollende Fußbälle. Diese Objekte erkennt das Auto über unterschiedliche Systeme, beispielsweise Kameras, Ultraschall, Radar oder Lidar (s. Gruber et al., 2017). Die Funktionalität von automatisiertem Fahren setzt die zeitnahe und zuverlässige Kommunikation zwischen verschiedenen Systemen voraus wie der Car2Car-Kommunikation, der Car2Infrastruktur-Kommunikation sowie der Car2Cloud-Kommunikation.

Aus psychologischer Perspektive besteht zwischen automatisiertem (assistiertem) und autonomem Fa-

hren kein linearer Übergang, sondern ein Gegensatz (Schlag, 2016). Das Mensch-Maschine-Verhältnis wird umgekehrt, die Maschine wird zum Fahrzeugführer, die FahrerIn/der Fahrer wird zum Fahrgast. Autofahren wird in der Regel als wenig anspruchsvolle Tätigkeit wahrgenommen. Wer sich mit Fahraufgaben und Anforderungsanalysen beschäftigt, erkennt jedoch schnell, dass das Autofahren unter allen Formen der Verkehrsbeteiligung als die komplexeste Aufgabe mit den höchsten Anforderungen an die psychomentele und psychomotorische Leistungsfähigkeit gilt. Studien zeigen, dass Autofahren eine komplexe Gehirnaktivität erfordert, was sich dementsprechend auch beim Entwickeln von Fahralgorithmen gezeigt hat. Zerlegt man die Fahrtätigkeit in einzelne, aufeinander folgende Aufgaben und definiert einen korrespondierenden Ausschnitt aus dem Systemvollzug, zeigt sich eine enorme Varianz der Aufgabenkomplexität innerhalb einer Fahraufgabe. Die Vielfalt an Möglichkeiten im realen Leben stellen KI-Systeme und das Maschinenlernen vor große Herausforderungen. Ein maschinell lernendes System trifft Entscheidungen aufgrund von Wahrscheinlichkeiten. Während die Fahrt auf einer Autobahn relativ einfach für ein KI-System zu erlernen ist, gestalten sich Stadtszenarien und solche, die nur selten vorkommen, recht schwierig. Individuelles Lernen von Fahrzeugen, in dem Sinne, dass sie ihre eigenen Algorithmen verändern, stellt die Software-Hersteller vor große Probleme, da sie daran interessiert sind, dass das Verhalten der Fahrzeuge deterministisch bleibt, um dieses Verhalten jederzeit nachstellen zu können. Andererseits kann man zwar alle Regeln einprogrammieren, die Komplexität realer Verhaltenssituationen kann damit nicht erfasst werden.

Kontextverständnis, Smalltalk, aber auch Fortbewegung sind für den Menschen einfache Handlungen, für künstliche Intelligenz jedoch komplex. Es ist erstaunlich, was Computerprogramme schon alles leisten können, von echter künstlicher Intelligenz, an der weltweit gerade so intensiv geforscht wird, sind all diese Dinge aber noch ziemlich weit entfernt. Wenn Roboter autonom und sozusagen gleichberechtigt neben Menschen arbeiten sollen, ist eine menschenähnliche Form künstlicher Intelligenz nötig. Die Forschung geht weg von der Programmierung, hin zur Entschlüsselung des menschlichen Denkens. Nur wenn man versteht, was exakt im menschlichen Gehirn vorgeht, lässt sich ähnlich leistungsfähige künstliche Intelligenz konstruieren. Die Intelligenz und Adaptionfähigkeit des Menschen werden häufig unterschätzt. Unklare und unsichere Abläufe verlangen flexible Entscheidungen, um kritische Entwicklungen rechtzeitig zu entschärfen. In solchen Kompensationsleistungen scheint der Mensch der Technik nach wie vor überlegen.

Komplexe Programmcodes sind systembedingt ressourcenaufwendig, wartungsintensiv und fehleranfällig. Die Fehleranfälligkeit eines Programms korreliert mit der Anzahl an Programmzeilen. KI-Systeme schreiben aber bereits eigenständig bestimmte Codes.<sup>16)</sup> Die klassische Programmiermethode ist langfristig gese-



hen zum Scheitern verurteilt, die derzeit erfolversprechendste Methode ist „Deep Learning“. Wenn Fahrzeuge mittels Deep Learning trainiert werden und sozusagen „selbst lernen“, ergeben sich besondere verkehrstechnische und rechtliche Herausforderungen (s. Gruber et al., 2017).

Künstliche neuronale Netzmodelle, wie die „deep neural networks“, entsprechen in ihrer Struktur – nicht jedoch in ihrer Funktion(!) – ihren biologischen Vorbildern, sodass man häufig auch von neuromorphen Netzwerken spricht. Diese Modelle bestehen aus künstlichen sogenannten „Neuronen“, die in mehreren Schichten miteinander verknüpft sind. Das „Lern“- oder besser Adaptionverhalten wird – je nach Modell – durch unterschiedliche Gewichtungen der Verbindungen zwischen den Neuronen sowie durch Variation der Schwellwerte der künstlichen Neuronen, also ihres Signaldurchlassvermögens, während des Adaptionprozesses, bestimmt. Man erhofft sich durch Trainingsfahrten, d. h. durch die Adaption des Netzes auf unterschiedliche Fahrsituationen, Grundlagen für ein selbstfahrendes und eigenständig entscheidendes Fahrzeug zu erhalten. Bei autonomen Fahrzeugen, die nach der Deep-Learning-Methode trainiert sind, ist fraglich, wie überprüft werden kann, dass autonome Fahrzeuge Regeln einhalten und sicher sind. Bei selbstlernenden Systemen würde das einzelne Fahrzeug eigene „Verhaltensmuster“ entwickeln, die Bezugnahme auf validierte Softwareversionen des Algorithmus für ein Softwareupdate wäre dann nicht möglich. Die Unterschiede zwischen klassischer Programmierung einerseits und der Deep-Learning-Methode andererseits wirken auf den ersten Blick so, als ob sie rein technischer Natur wären. Näher betrachtet werden Hoffnungen geweckt, dass ein tiefgreifender verkehrlicher, gesellschaftlicher oder regulatorischer Paradigmenwechsel bevorsteht.

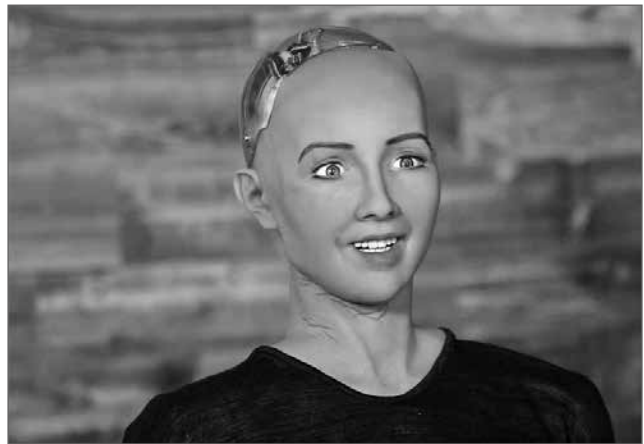
## 6. Das neue Bewusstsein der Maschinen?

Eine der ersten Begegnungsformen von intelligenten Robotern mit Menschen wird auf der Straße stattfinden, in Form von selbstfahrenden Autos. „Kumpel, ich brauch dich jetzt!“ Mehr braucht der ehemalige Polizist Michael Knight (David Hasselhoff als Knight Rider) nicht in seine Armbanduhr zu rufen. Schon fährt völlig selbstständig sein Wunderauto vor und hilft ihm zuverlässig aus jeder noch so brenzlichen Situation. Michaels Gefährte beim Kampf für Recht und Gesetz ist der mit künstlicher Intelligenz versehene Sportwagen K.I.T.T., ein Vollautomat mit Verfügbarkeitsfahrer. Er kann sprechen, lautlos fahren, springen und wenn nötig sogar fliegen. Im Mittelpunkt der Serie steht der Dialog, die Kommunikation zwischen Mensch und Maschine. Schon heute behandeln wir unsere Autos wie lebendige Wesen und finden darin nichts Unheimliches. In Asimovs Robotergesetzen<sup>17)</sup> wurde Robotern bereits ein freier Wille zugesprochen. Saudi-

Arabien hat 2017 erstmalig einem humanoiden Roboter Staatsbürgerrechte zuerkannt: Sophia.<sup>18)</sup>

Roboter in menschlicher Gestalt werden am Arbeitsplatz auftauchen oder auch als soziale Gefährten. Mittlerweile können mit künstlicher Intelligenz ausgestattete Systeme das menschliche Kommunikationsverhalten täuschend ähnlich nachahmen. Soziale Interaktionen zwischen Menschen kann man mit der DNA einer Gesellschaft vergleichen. Ersetzt man sie durch Maschinen, wird das massive Einfluss auf das soziale Gefüge haben. Die Interaktionsmuster der Programme basieren auf Wahrscheinlichkeitsrechnungen, es stehen keine echten sozialen Fähigkeiten wie Empathie dahinter. Maschinen können Emotionen nur vortäuschen, die allerdings bei Menschen echte Emotionen generieren.

Abb. 5: Human Robot Sophia<sup>19)</sup>



Zurzeit wird weltweit daran gearbeitet, bewussteinsfähige Roboter zu entwickeln. Sie sollen vor allem selbstständig eine unbekannte Umwelt erkunden und dort bewusst Tätigkeiten ausführen. Dabei versucht man zunehmend biomimetische Robotersysteme zu konstruieren, die sich in der technischen Architektur an biologischen Systemen (Tier, Mensch) orientieren. Mittlerweile machen humanoide Roboter große Fortschritte, vor allem was den Nachbau der Bewegungsorgane betrifft.

Anders verhält es sich mit der Entwicklung von Robotergeräten, die nach den Grundprinzipien des menschlichen Gehirns operieren. „Wäre dies nämlich der Fall, so müssten wir aus dem Verhalten dieser Roboter zumindest einen ‚Hauch‘ von Subjektivität mit Bewusstsein erkennen können. Ob sich ein derartig hoher Anspruch an die Roboter jemals realisieren lässt, hängt wesentlich von der zugrundeliegenden Hirntheorie und den formalen Prinzipien ab.“ (aus Mitterauer, 2012)

Der Begriff „Autonomie“ wird meist in einer sehr eingegrenzten Bedeutung verwendet. Autonomie heißt dann, dass die Maschine, nachdem sie gestartet wurde, ohne äußeren Einfluss bis zu ihrem Haltepunkt von alleine läuft. Echte Autonomie bedeutet aber mehr:

Ein autonomes System regelt seine Regelung selber, d. h., es wird der Sollwert nicht vom Konstrukteur vorgegeben, sondern das autonome System verändert die-

sen Wert aus eigener Leistung, je nachdem, wie es die Umgebung erfordert. Ein autonomes System muss zur Kognition befähigt sein, d. h. eine Unterscheidung zwischen sich und seiner Umgebung treffen können. Eine intelligente Maschine müsste lernfähig sein, um aufgrund ihrer Wahrnehmung aus der Umgebung ihr Verhalten zu verändern oder eben nicht zu verändern, sie muss in der Lage sein, ihren Algorithmus umzuschreiben. Dazu müsste die Maschine nicht nur über kognitive, sondern auch über volitive Eigenschaften verfügen, also eine Entscheidung darüber treffen können, ob sie ihr Programm verändern soll. Für die formale Beschreibung kognitiv-volitiver Prozesse ist eine standpunktabhängige Theorie notwendig. Maschinen, die aus eigener Leistung eine Entscheidung treffen und damit eine neue Situation schaffen, kennen wir bis heute nicht (nach Goldammer, 2003). Im Juli 2016 kam es zu einem tödlichen Unfall mit Teslas Autopilot. Der „intelligente Autopilot“ hat einen die Fahrbahn überquerenden Lkw mit einem hochhängenden Schild verwechselt. Das autopilotierte Auto (ein Fahrassistenzsystem und kein AF) ist ungebremst unter der Ladefläche des Lkws hindurchgerast, wobei der Insasse dieses selbstfahrenden Autos ums Leben kam.

„Man spricht heute ganz locker von autonomen Fahrzeugen, Robotern oder Softwareagenten, die über kognitive Fähigkeiten verfügen sollen und darüber hinaus ‚lernen‘ und ‚kommunizieren‘ können. Das alles ist natürlich schlichter Humbug, der ganz offensichtlich auf der Unkenntnis der forschenden scientific-community beruht, die diese ihre Unkenntnis in aller Regel auch noch an ihre Studenten weitergibt.“ (Goldammer, 2016)

Wenn es um Erkennen und Wollen geht, müssen wir auch verstehen, dass es Lebewesen sind, die Kognitionen haben, und diese Lebewesen waren einer Evolution unterworfen. Im Hinblick auf die Angst vor einer Superintelligenz wäre Gotthard Günther (1957) zu folgen, der feststellt, dass es nie möglich sein wird, ein volles menschliches Selbstbewusstsein als Robotergehirn zu entwerfen, da die Logik bzw. Mathematik, in der ein solches Robotergehirn beschrieben wird, von einem höheren Sprachtypus sein muss als diejenige, in der der Robot „denkt“. Die Komplexität einer „Maschine“, die Maschinen baut,<sup>20)</sup> ist viel höher als das Produkt selbst.

„Auf Basis der monokontextualen logisch-mathematischen Rationalität wird es niemals (wirklich) autonome Fahrzeuge geben. Was fehlt, ist die Fähigkeit des technischen Systems sich in den/die Standpunkt(e) des Anderen hineinzusetzen und diese(n) Standpunkt(e) in Relation zu den eigenen Standpunkten zu setzen, um dann daraus eine entsprechende Antwort zu geben.“ (Goldammer, 2017)<sup>21)</sup>

Die Modelle der Neuroinformatik (wie z. B. Deep Learning) sind daher nicht wirklich lernfähig – es sind robuste adaptive Datenfilter. Man hat heute immer nur heteronome technische Artefakte, die immer noch weit davon entfernt sind, kognitive Leistungen wie z. B. Perspektivenübernahme zu generieren. Rudolf Kaehr zufolge (nach Paul, 2013) sind es vor allem zwei Probleme, die durch die aktuelle Forschungspraxis unter den Tisch

zu fallen drohen, zum einen die Selbstreferentialität, zum anderen das Lokalisierungsproblem. Beide sind in den Computerwissenschaften bislang noch gar nicht behandelt worden. Das transklassische Paradigma besteht auf der Irreduzibilität von Information und Bedeutung. Das heißt, es gibt eine nicht-klassische Forderung der Aufrechterhaltung der Kontexte, wonach das Eine nicht auf das Andere zurückführbar ist. Und hier liegt der blinde Fleck des scientific mainstream, der dieses Problem nicht sehen will, weil er – so es sich um die Hirnforschung oder die KI handelt – nicht sieht, dass man unterscheiden muss zwischen Denken als Denkinhalt und Denken als Denkprozess. Eine Unterscheidung auf die Gotthard Günther (1900-1984) sehr oft hingewiesen hat.

## 7. Ausblick: Welcome to the machine

Die Risiken der künstlichen Intelligenz liegen nicht in irgendeiner dystopischen Zukunft, sie existieren hier und jetzt. Von echten autonomen Robotersystemen sind wir aber noch immer sehr weit entfernt. Die Automatisierung bringt eine tiefere Verflechtung in den Verbund Mensch-Maschine. AF könnte für die KI und für die Evolution der technologischen Zivilisation eine Schlüsselrolle spielen, da sich Menschen und Robot-Cars in einem Mischverkehr, einem für Menschen und Maschinen gemeinsamen Gefahrenbereich, standpunktbezogen und autonom sozialisieren müssten. Maschinen, die denken, denken wie Maschinen. Entscheidungen zu treffen und zu denken ist nicht dasselbe und man sollte beides auch nicht miteinander verwechseln (Kognition und Volition).

Ein interessanter Teilaspekt ist, dass der Mensch auf dem Weg zur Vollautomatisierung immer mehr zum Passagier wird, haftungstechnisch dies jedoch kaum abgebildet ist oder zumindest kein Handlungsbedarf besteht, solange alle Fälle nach wie vor mit klassischer Besitz- und Gefährdungshaftung abdeckbar sind.<sup>22)</sup> Zwischen assistiertem und autonomem Fahren besteht kein linearer Übergang, sondern ein Gegensatz, das Mensch-Maschine-Verhältnis wird umgekehrt. Grenzen und Risiken werden selten thematisiert, der „Faktor Mensch“ soll ausgeschlossen werden. Menschliches Versagen gehört zu den Hauptunfallursachen, doch sie resultieren aus einer Wechselwirkung des Gesamtsystems Mensch-Fahrzeug-Umwelt. Es bedarf noch eines erheblichen Aufwandes, die Zuverlässigkeitswerte der FahrerInnen mit technischen Komponenten zu übertreffen. Das Fazit der DGVP (Fastenmeier et al., 2016) empfiehlt, den FahrerInnen ihre aktive Rolle im Fahrer-Fahrzeug-Wirkkreis zu erhalten. Nach allen bisherigen Erkenntnissen der Verkehrspsychologie ist von der Maschine zu fordern, dass sie dem Menschen in schwierigen Situationen hilft und nicht, dass sie ihm das Fahren abnimmt. Die Hochautomation der Verkehrswelt ist nicht primär Sicherheitstechnologie, sondern legitimiert sich aus wirt-

schaftlichen und industriepolitischen Zielsetzungen.<sup>23)</sup> Dürfen die Ankündigungen zu Elektrofahrzeugen und autonomem Fahren noch als „Hype“ bezeichnet werden? Manche sprechen bereits von einer „Blase der Automatisierung“. Der gleichzeitige Sog der Automatisierung verlangt jedenfalls proaktiv gestaltet zu werden.

Auf die Frage nach dem geparkten Auto wird dieses immer noch als Teil des Ichs empfunden: „Ich stehe da drüben.“ Das hochautomatisierte Fahrzeug wird aufgrund der Verschiedenartigkeit seines geteilten „Gespanns“, ganz im Sinne eines zweiköpfigen Grotteskwesens und damit einhergehender möglicher Konflikte, auf lange Zeit eine Reihe unberechenbarer Probleme generieren. Der Mensch als Wagenlenker bleibt einstweilen, bis zur vollständigen Ablösung durch echte autonome Maschinen, ein „diabolus in machina“ mit all seinen Vor- und Nachteilen. In dieser Phase gibt es noch sehr viel Arbeit, nicht nur für die Verkehrspsychologie.

## Literatur

- BAMMÉ, A. (2003). Wissenschaft und Wissenschaftsdidaktik. Gesellschaft und Wissenschaft in der Technologischen Zivilisation. München: Profil.
- BEIKER, S. (2015). Einführungsszenarien für höhergradig automatisierte Straßenfahrzeuge. In M. J. MAURER, Ch. GERDES, B. LENZ & H. WINNER. (Hrsg.), *Autonomes Fahren. Technische, rechtliche und gesellschaftliche Aspekte* (S. 198-217). Berlin, Heidelberg: Springer Vieweg.
- BENSE, M. (1999). Kybernetik oder die Metatechnik einer Maschine. In C. Pias et al. (Hrsg.), *Kursbuch Medienkultur. Die maßgeblichen Theorien von Brecht bis Baudrillard* (S. 472-483). Stuttgart: Deutsche Verlags-Anstalt.
- BERNS, J. J. (1996). *Die Herkunft des Automobils aus Himmelstrionfo und Höllenmaschine*. Berlin: Wagenbach.
- BOSTROM, N. (2014). *Superintelligenz. Szenarien einer kommenden Revolution*. Berlin: Suhrkamp-Verlag.
- BROCKMAN, J. (2017). Was sollen wir von künstlicher Intelligenz halten? Die führenden Wissenschaftler unserer Zeit über intelligente Maschinen. Frankfurt: Fischer TB.
- CLAESEN, R. (2017). Automatisiertes Fahren und die Zukunft der Fahrprüfung und -ausbildung. *Zeitschrift für Verkehrssicherheit*, 4, 176-177.
- EISENBERGER, I., GRUBER, Ch. J., HUBER, A. & LACHMAYER, K. (2016). Automatisiertes Fahren. Komplexe regulatorische Herausforderungen. *Zeitschrift für Verkehrsrecht*, 61(10), 383-392.
- EISENBERGER, I., LACHMAYER, K. & EISENBERGER, G. (Hrsg.) (2017). *Autonomes Fahren und Recht*. Wien: Manz-Verlag.
- FANSA, M. & BURMEISTER, S. (Hrsg.) (2004). *Rad und Wagen. Der Ursprung einer Innovation. Wagen im Vorderen Orient und Europa. Archäologische Mitteilungen Nordwestdeutschland, Beiheft 40*. Mainz: von Zabern.
- FASTENMEIER, W., SCHLAG, B., KUBITZKI, J., RISSER, R. & GSTALTER, H. (2016). Hochautomatisiertes oder autonomes Fahren als wünschenswerte Zukunftsvision? Offene Fragen mit Blick auf die Mensch-Maschine-Interaktion. [http://www.dgvp-verkehrspsychologie.de/wp-content/uploads/2016/08/DGVP\\_Positionspapier-03-2016\\_Automatisches-Fahren.pdf](http://www.dgvp-verkehrspsychologie.de/wp-content/uploads/2016/08/DGVP_Positionspapier-03-2016_Automatisches-Fahren.pdf)
- GOLDAMMER, E. v. (2003). Zeit – Mehrzeitigkeit – Polyrythmie oder Das polylogische Orchestrieren. In O. Jahraus & N. Orth (Hrsg.), *Theorie – Prozess – Selbstreferenz. Systemtheorie und transdisziplinäre Theoriebildung* (S. 129-185). Konstanz: UVK Verlagsgesellschaft.
- GOLDAMMER, E. v. (2016). *Number and Logos – Zahl und Begriff*. [http://www.vordenker.de/vgo/anmerkungen\\_gg-bdw.pdf](http://www.vordenker.de/vgo/anmerkungen_gg-bdw.pdf)
- GRUBER, Ch. & EISENBERGER, I. (2017). Wenn Fahrzeuge selbst lernen: Verkehrstechnische und rechtliche Herausforderungen durch Deep Learning. In I. EISENBERGER, K. LACHMAYER & G. EISENBERGER (Hrsg.), *Autonomes Fahren und Recht* (S. 51-70). Wien: Manz-Verlag.
- GÜNTHER, G. (1957). *Das Bewusstsein der Maschinen*. Baden-Baden: Agis-Verlag.
- HERGER, M. (2017). *Der letzte Führerscheinneuling ist bereits geboren*. Kulmbach: Plassenverlag.
- JAYNES, J. (1988). *Der Ursprung des Bewusstseins durch den Zusammenbruch der bikameralen Psyche*. Reinbek: Rowohlt.
- KLAGENFURT, K. (2016). *Technologische Zivilisation und transklassische Logik. Eine Einführung in die Technikphilosophie Gotthard Günthers*. Marburg: Metropolis-Verlag.
- KLOPF, J. (2012). *Anima machinae: Gsellmanns Grab der Seele und die technische Zivilisation*. In J. Klopff, M. Frass & M. Gabriel (Hrsg.), *Mythos – Mensch – Maschine (Salzburger Kulturwissenschaftliche Dialoge, Band 2)* (S. 241-260). Salzburg: Paracelsus-Verlag.
- KLOPF, J. (2016). *Vom Trickster als Archetyp zur Sozialfigur des erfolgreichen Psychopathen*. In J. Klopff, M. Gabriel & M. Frass (Hrsg.), *Trickster – Troll – Trug (Salzburger Kulturwissenschaftliche Dialoge, Band 4)* (S. 11-52). Salzburg: Paracelsus-Verlag.
- KRONE, A.-K. (2016). *Ende und Zukunft der Vernunft. Geschichte als Entsubjektivierung des Menschen in der Maschine*. Baden-Baden: Tectum-Verlag.
- LAMETTRIE, J. O. de. (1985). *Der Mensch als Maschine*. Nürnberg: LSR-Verlag.
- MCLUHAN, M. (1968). *Die magischen Kanäle. Understanding Media*. Düsseldorf: Econ.
- MARTIN, B. (2007). *Intelligente Evolution*. München: Hugendubel.
- MAURER, M. J., GERDES, Ch., LENZ, B. & WINNER, H. (Hrsg.) (2015). *Autonomes Fahren. Technische, rechtliche und gesellschaftliche Aspekte*. Berlin, Heidelberg: Springer Vieweg.
- MIRNIG, A. G., GÄRTNER, M., LAMINGER, A., MESCHTSCHERJAKOV, A., TRÖSTERER, S., TSCHELIGI, M., MCCALL, R. & MCGEE, F. (2017). Control Transition Interfaces in Semiautonomous Vehicles: A Categorization Framework and Literature Analysis. In *Proceedings of the 9<sup>th</sup> International Conference on Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Applications (AutomotiveUI '17)*, September 24-27, 2016, Oldenburg, Germany, 209-220. DOI: <https://doi.org/10.1145/3122986.3123014>
- MITTELSTRAß, J. (2003). *Transdisziplinarität – wissenschaftliche Zukunft und institutionelle Wirklichkeit*. Konstanz: UVK Universitätsverlag Konstanz GmbH.
- MITTERAUER, B. (2012). *Bewusstseinsfähige Roboter. Die Erschaffung einer dritten Natur*. In J. Klopff, M. Frass & M. Gabriel (Hrsg.), *Mythos – Mensch – Maschine (Salzburger Kulturwissenschaftliche Dialoge, Band 2)* (S. 261-278). Salzburg: Paracelsus-Verlag.
- OSSWALD, S. & MIRNIG, N. (2012). An der Schnittstelle zwischen Mensch und Maschine: Über die Natürlichkeit und Unnatürlichkeit von Interaktion. In J. Klopff, M. Frass & M. Gabriel (Hrsg.), *Mythos – Mensch – Maschine (Salzburger Kulturwissenschaftliche Dialoge, Band 2)* (S. 293-310). Salzburg: Paracelsus-Verlag.
- PAUL, J. (2013). *TRANS-Reflexionen über Menschen, Medien, Netze und Maschinen*. Berlin: Artisten.

- PINKER, S. (2013). Gewalt. Eine neue Geschichte der Menschheit. Frankfurt am Main: Fischer.
- SCHLAG, B. (2016). Automatisiertes Fahren im Straßenverkehr – Offene Fragen aus Sicht der Psychologie. Zeitschrift für Verkehrssicherheit, 2, 94-98.
- SCHLINKERT, D. (2007). Von Phaeton zum Volkswagen Phaeton: Mythos, Kutsche, Automobil. In M. Korenjak, M. & S. Tilg (Hrsg.), Pontes IV. Die Antike in der Alltagskultur der Gegenwart (S. 303-314). Innsbruck: StudienVerlag.
- SPEYER, W. (2012). Artikel Mischwesen. In T. Klauser et al. (Hrsg.), Reallexikon für Antike und Christentum. Sachwörterbuch zur Auseinandersetzung des Christentums mit der antiken Welt, Band 24 (S. 864- 925). Stuttgart: Hiersemann.
- TRÖSTERER, S., MESCHTSCHERJAKOV, A., MIRNIG, A. G., LUPP, A., GÄRTNER, M., MCGEE, F., MCCALL, R., TSCHELIGI, M. & ENGEL, T. (2017). What We Can Learn from Pilots for Handovers and (De)Skilling in Semi-Autonomous Driving: An Interview Study. In Proceedings of the 9<sup>th</sup> International Conference on Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Applications (AutomotiveUI '17), September 24-27, 2016, Oldenburg, Germany, 173-182. DOI: <https://doi.org/10.1145/3122986.3123020>
- WANG, R. (1988). Tarot Psychologie. Handbuch für das jungianische Tarot. Neuhausen: Urania-Verlag.
- WIDMANN, N. (2017). Autonomes Fahren & Recht – Die Perspektive der Geoinformation. In I. EISENBERGER, K. LACHMAYER & G. EISENBERGER (Hrsg.), Autonomes Fahren und Recht (S. 43-50). Wien: Manz-Verlag.

## Autor

### Ass.-Prof. Dr. Johannes Klopf

Verkehrspsychologe nach FSG-GV (Verein FAIR PARTNER), Klinischer Psychologe & Gesundheitspsychologe, Psychotherapeut (Analytische Psychologie nach C. G. Jung), allgemein beeideter und gerichtlich zertifizierter Sachverständiger. Schwerpunkte in Forschung und Lehre sind Archetypische Psychologie, Soziale Neurowissenschaften, Forensische Neuropsychologie, psychologische Diagnostik und Begutachtung.



Interfakultärer Fachbereich für Gerichtsmedizin & Forensische Neuropsychiatrie  
Ignaz Harrerstraße 79  
A-5020 Salzburg  
johannes.klopf@sbg.ac.at  
www.klopf.at

### Internetquellen abgerufen im Dezember 2017:

- <sup>11</sup> <http://tvthek.orf.at/profile/DOKeins-Highway-To-Hell/13844820/DOKeins-Highway-To-Hell-Settele-und-die-Zukunft-des-Autos/13952436>
- <sup>12</sup> <https://www.bloomberg.com/news/articles/2016-06-09/welcome-to-larry-page-s-secret-flying-car-factories>
- <sup>13</sup> <https://www.bmvit.gv.at/service/publikationen/innovation/mobilitaet/automatisiert.html>
- <sup>14</sup> <https://www.heise.de/autos/artikel/Bob-Lutz-Autonomes-Fahren-zerstoert-die-Autobranche-3887471.html>
- <sup>15</sup> <https://www.engineering.com/DesignerEdge/DesignerEdgeArticles/ArticleID/12665/The-Road-to-Driverless-Cars-1925--2025.aspx>
- <sup>16</sup> <http://www.vorkriegs-peugeot.de/berichte/peugeot-franz%C3%B6sischen-automobilwesen/506-pferdemist.html>
- <sup>17</sup> <http://www.die-roemer-online.de/index.html?kultur/wagenrennen.html>
- <sup>18</sup> <http://www.ancient-origins.net/history-famous-people/gaius-appuleius-diocles-15-billion-athlete-ancient-world-007106>
- <sup>19</sup> <http://www.sternregister.de/sternbilder/grosser-wagen.php>
- <sup>20</sup> <https://www.lw-heute.de/?redid=32427>
- <sup>21</sup> Platon, Phaidros 246a-257a.
- <sup>22</sup> <http://maerchenquelle.ch/912/frieden/spiritualitaet/2010/merkabah-die-vision-des-hesekiel-ezechiel/>
- <sup>23</sup> <http://mobil.derstandard.at/2000067487162/Stephen-Hawking-Kuenstliche-Intelligenz-koennte-schlimmstes-Ereignis-fuer-Menschheit-werden/>
- <sup>24</sup> [www.vordenker.de](http://www.vordenker.de)
- <sup>25</sup> <https://www.oeaw.ac.at/itahome/>
- <sup>26</sup> <https://www.technologyreview.com/s/603381/ai-software-learns-to-make-ai-software/>
- <sup>27</sup> <http://www.roboterwelt.de/magazin/die-robotergesetze-von-isaac-asimov/>
- <sup>28</sup> <https://www.wired.de/collection/life/erst-will-sophia-die-menschheit-zerstoeren-jetzt-ist-sie-der-erste-roboter-mit-staatsbuergerschaft>
- <sup>29</sup> <http://www.ufunk.net/en/tech/sofia-female-humanoid-robot/>
- <sup>30</sup> <https://electrek.co/2016/06/01/elon-musk-machines-making-machines-rant-about-tesla-manufacturing/>
- <sup>211</sup> E. v. Goldammer, persönliche Mitteilung via email v. 3.12.2017
- <sup>222</sup> <https://doi.org/10.1145/3003715.3005456>
- <sup>233</sup> [http://www.dgvp-verkehrspsychologie.de/wp-content/uploads/2016/08/DGVP\\_Positionspapier-03-2016\\_Automatisches-Fahren.pdf](http://www.dgvp-verkehrspsychologie.de/wp-content/uploads/2016/08/DGVP_Positionspapier-03-2016_Automatisches-Fahren.pdf)