

Autonoblog

Autonomes Fahren zwischen Hype und Wirklichkeit

Vom „Autopilot“ und anderen Automatisierungsstufen: Wann fährt das Auto autonom?

[Wiki / Von David Knollmann](#)

Die Berichterstattung zum intelligenten Auto der Zukunft, das dem Fahrer Fahraufgaben abnimmt, spielt mit zahlreichen Adjektiven zur vermeintlichen Selbstständigkeit der Maschine. Mal ist vom *selbstfahrenden*, mal vom *autonomen* oder *vollautomatisierten* Fahrzeug die Rede. Mitunter liest man von Fahrassistenzsystemen, die im *teilautomatisierten* Auto zum Einsatz kämen. Es ist ganz offensichtlich, dass hier *unterschiedliche Automatisierungsgrade* beschrieben werden: Ist die Rede vom *autonomen* Fahrzeug, erwartet man eine Technik, die dem Fahrer *alle* Fahraufgaben abnehmen kann, so dass dieser sich sicher zurücklehnen darf. Ist die Rede vom *teilautomatisierten* Fahrzeug, erwartet man eine Technik, die dem Fahrer *in bestimmten Situationen* Fahraufgaben abnimmt. Wie aber lassen sich nun die Stufen der Fahrzeugautomatisierung voneinander unterscheiden?

Dass mit der Beantwortung dieser Frage nicht lediglich eine akademische Kategorisierungsübung verbunden ist, zeigt das Beispiel Tesla: Deren als *Tesla Autopilot* oder neuerdings als *Enhanced Autopilot* beworbenes Fahrzeugautomatisierungssystem klingt zwar nach dem Versprechen eines autonomen Fahrzeugs¹. Blickt man jedoch auf die nachfolgend skizzierten Automatisierungskategorien, so zeigt sich: Was Tesla als Autopilot vermarktet, ist vom autonomen Fahrzeug sehr weit entfernt. Insofern darf die Auseinandersetzung mit den Stufen der Fahrzeugautomatisierung auch als wichtige Voraussetzung für aufgeklärte Konsumentenentscheidungen gesehen werden.

Die Typologie der Society of Automotive Engineers (SAE)

International durchgesetzt hat sich die Typologie der Society of Automotive Engineers, wonach sich die Fahrzeugautomatisierung in fünf Stufen beschreiben lässt:

| SAE level | Name | Narrative Definition | Execution of Steering and Acceleration/Deceleration | Monitoring of Driving Environment | Fallback Performance of Dynamic Driving Task | System Capability (Driving Modes) |
|---|-------------------------------|--|---|-----------------------------------|--|-----------------------------------|
| Human driver monitors the driving environment | | | | | | |
| 0 | No Automation | the full-time performance by the <i>human driver</i> of all aspects of the <i>dynamic driving task</i> , even when enhanced by warning or intervention systems | Human driver | Human driver | Human driver | n/a |
| 1 | Driver Assistance | the <i>driving mode</i> -specific execution by a driver assistance system of either steering or acceleration/deceleration using information about the driving environment and with the expectation that the <i>human driver</i> perform all remaining aspects of the <i>dynamic driving task</i> | Human driver and system | Human driver | Human driver | Some driving modes |
| 2 | Partial Automation | the <i>driving mode</i> -specific execution by one or more driver assistance systems of both steering and acceleration/deceleration using information about the driving environment and with the expectation that the <i>human driver</i> perform all remaining aspects of the <i>dynamic driving task</i> | System | Human driver | Human driver | Some driving modes |
| Automated driving system ("system") monitors the driving environment | | | | | | |
| 3 | Conditional Automation | the <i>driving mode</i> -specific performance by an <i>automated driving system</i> of all aspects of the dynamic driving task with the expectation that the <i>human driver</i> will respond appropriately to a <i>request to intervene</i> | System | System | Human driver | Some driving modes |
| 4 | High Automation | the <i>driving mode</i> -specific performance by an automated driving system of all aspects of the <i>dynamic driving task</i> , even if a <i>human driver</i> does not respond appropriately to a <i>request to intervene</i> | System | System | System | Some driving modes |
| 5 | Full Automation | the full-time performance by an <i>automated driving system</i> of all aspects of the <i>dynamic driving task</i> under all roadway and environmental conditions that can be managed by a <i>human driver</i> | System | System | System | All driving modes |

SAE-Definitionen für Fahrzeug-Automatisierungsstufen (SAE International 2014, Standard J3016)

Die SAE teilt ihre Definitionen zunächst in zwei Kategorien: In den Stufen 0-2 ist der menschliche Fahrer noch dazu angehalten, die Umwelt während der Fahrt zu überwachen. Ab der dritten Stufe hingegen übernimmt die Maschine („System“) die Überwachung – jedoch, und diese Einschränkung ist für alle Stufen bis auf die fünfte besonders wichtig: in einem vorher definierten *use case* bzw. *driving mode*. Sind die Voraussetzungen für den *use case* nicht mehr gegeben (etwa, weil die Sensorik des Fahrzeugs aufgrund von Extremwetterbedingungen nicht mehr richtig funktioniert), muss der Fahrer wieder ans Steuer (Stufe 1-3) oder das System muss das Fahrzeug zu einem sicheren Halt bringen (Stufe 4). Erst in der letzten Stufe kann das Fahrzeug unter allen Bedingungen alle Fahraufgaben übernehmen und es kann auf den Fahrer sowie mithin auch auf Pedale und Lenkrad verzichtet werden. Ab der dritten Stufe spricht die SAE von einem *automated driving system*. Gehen wir nun kurz die einzelnen Stufen durch:

SAE-Level 1 („Fahrassistenz“): Hier übernimmt das System entweder eine Aufgabe der Quer- oder eine Aufgabe der Längsbeschleunigung. Paradebeispiel für letzteres ist der bereits heute in vielen Autos verbaute Abstandsregeltempomat, der etwa auf der Autobahn den Abstand zum vorausfahrenden Fahrzeug konstant hält und entsprechend einer voreingestellten Geschwindigkeit beschleunigt bzw. verzögert.

SAE-Level 2 („Teilautomatisierung“): Das System ist in der Lage Aufgaben der Quer- und Längsbeschleunigung *gleichzeitig* zu verwirklichen, etwa um die Spur zu wechseln und gleichsam zu

beschleunigen. Zu SAE-Level 2 gehören so etwa auch Funktionen wie das automatische Einparken. Nach herrschender Meinung ist etwa die aktuelle Version von Teslas Autopilot auf dem Niveau von SAE-Level 2 [anzusiedeln](#), obgleich der Name des Systems vielleicht weiter reichende Fähigkeiten suggerieren mag. Neben Teslas Autopilot erreichen beispielsweise auch Daimlers [Distronic Plus](#) oder General Motors [Super Cruise](#) dieses Niveau. Der Fahrer ist auf Level 2 weiterhin verpflichtet, die (teilautomatisierte) Fahrt kontinuierlich zu überwachen. Dies wird von Seiten der Hersteller etwa durch den Einsatz sogenannter driver-monitoring-systems (DMS) sichergestellt, die verlangen, dass der Fahrer in regelmäßigen Intervallen an das Lenkrad fasst oder die Augen (wieder) auf die Straße richtet.

SAE-Level 3 („Bedingte Automatisierung“): Mit Level 3 kommt nach SAE-Definition erstmals ein *automated driving system* zum Einsatz. Dieses zeichnet sich dadurch aus, dass es die Umgebung überwacht und den Fahrer somit erstmals in einem bestimmten definierten *use case* von der Aufgabe befreit, den Verkehr zu überwachen. Das System kennt gleichwohl seine Fähigkeitsgrenzen und fordert den Fahrer dazu auf, die Kontrolle über das Fahrzeug zu übernehmen, sobald die Voraussetzungen für den eigenständigen Systemeinsatz nicht mehr gegeben sind. Auf die SAE-Level 3 und 4 zielt auch die 2017 verabschiedete Novelle des deutschen Straßenverkehrsgesetzes, die die Voraussetzungen für den Einsatz solcher Fahrzeuge schaffen soll. Von juristischer Seite wurde die Gesetzesänderung gleichwohl kritisch bewertet — vor allem, weil Haftungsfragen ebenso ungeklärt bleiben wie die Pflichten des Fahrzeugführers bei der Benutzung der Systeme ². Denn der menschliche Fahrer muss nach Aufforderung des Systems wieder rechtzeitig die Kontrolle über das Fahrzeug übernehmen können — hier ist unklar, inwieweit er sich vorher vom Fahrgeschehen abwenden kann, ohne fahrlässig zu handeln. Kennzeichnend für Level 3 nach SAE-Definition ist gleichwohl, dass er sich gegenüber Level 2 erstmals für längere Zeit vom Fahrgeschehen abwenden können soll. Nach der [Selbstbeschreibung des Herstellers](#) ist der 2017 vorgestellte Audi A8 (D5) das erste Serienfahrzeug der Welt, das mit seinem „Traffic Jam Pilot“ genannten Fahrsystem Level 3 erreicht³.

SAE-Level 4 („Hohe Automatisierung“): Level 4 ist nur insofern eine Veränderung zur Vorstufe, als hier auf den menschlichen Fahrer als „Fallback“-Lösung verzichtet werden kann. Reagiert dieser nicht auf die Aufforderung, die Kontrolle über das Fahrzeug zu übernehmen, ist das System in der Lage, einen sicheren (Halte-)Zustand herbeizuführen. Das System übernimmt darüber hinaus alle Fahraufgaben wiederum in einem definierten *use case*. Dieser Nutzungsfall kann etwa beschränkt sein auf

- a) eine bestimmte geographische Region, in der das System aktiv werden darf,
- b) bestimmte Wetterbedingungen, unter denen das System funktioniert oder
- c) bestimmte Geschwindigkeiten, bis zu denen das System funktioniert

SAE-Level 5 („Vollautomatisierung“): Level 5 ist erst dann erreicht, wenn das System alle möglichen *use cases* bewältigt, also selbst unter widrigen Bedingungen oder in Extremsituationen in der Lage ist, das Fahrzeug sicher zu steuern. Auf Level 5 kann sowohl auf einen Fahrer als auch auf klassische Steuergeräte wie Lenkrad und Pedale verzichtet werden.

Die Kritik an den SAE-Levels

Die Kritik an den SAE-Levels ist **vielfältig**, richtet sich aber maßgeblich auf die damit verbundenen und weiter bestehenden begrifflichen Unschärfen: Wo also mehr Klarheit gestiftet werden könnte, besteht stattdessen eher Verwirrung fort. Das fängt schon bei der Beschreibung der SAE-Levels an: So ist Level 2 („Teilautomatisierung“) natürlich auch „bedingt“ (Level 3), während die „bedingte Automatisierung“ (Level 3) natürlich auch eine Art von „Teilautomatisierung“ ist. Mit diesen Begriffen – und vor allem dann, wenn *autonomous/automated* synonym verwendet werden – wird häufig mehr Maschinenkönnen suggeriert, als tatsächlich möglich ist. Mithin könnte auch ein fahrlässiger Umgang mit diesen Systemen beim Nutzer angereizt werden – eine **häufige Kritik** mit Blick etwa auf Teslas „Autopilot“ und damit verbundene Unfälle.

Die Crux vor diesem Hintergrund: Die *use cases*, die in den oben beschriebenen Stufen so wichtig sind, werden von den Herstellern selbst definiert. Den „bestimmungsgemäßen Gebrauch“, auf den etwa auch im novellierten Straßenverkehrsgesetz zum automatisierten Fahren abgehoben wird⁴, wenn es um die gesetzeskonforme Benutzung der Fahrzeugautomatisierungssysteme durch Endkunden geht, legen Mercedes, Volkswagen, Tesla etc. für jedes Fahrzeugmodell und für jedes Automatisierungssystem selbst fest. Es gibt keine herstellerübergreifenden Standards. Auch findet keine externe standardisierte Überprüfung dahingehend statt, ob ein bestimmtes Fahrzeug dieses oder jenes SAE-Level erreicht. Etwaige (Sicherheits-/Performance-)Tests, die erfolgreich absolviert werden müssten, um eine bestimmte Stufe zu erreichen, existieren nicht. Somit wird auch die Selbstbeschreibung der Hersteller (unser Fahrzeug erreicht Level X) ein Stück weit beliebig und muss eher als Marketing verstanden werden denn als „harter“ Performanceindikator.

Eine zentrale Kritik an den SAE-Levels ist auch, dass sie eine kontinuierliche Progression suggerieren, wo eigentlich zwischen zwei sehr unterschiedlichen Kategorien unterschieden werden müsste. Die Progression bezieht sich vor allem auf das Ausmaß menschlicher Eingaben und Aufmerksamkeit, die noch notwendig sind, um sicher fahren zu können und die, so die Suggestion, mit steigenden SAE-Levels kontinuierlich abnehmen. Der Automobiljournalist Alex Roy **gibt zu bedenken**:

Any language around a system that fails to clarify when human input is necessary is dangerous.

Vor diesem Hintergrund könne man einfacher und klarer lediglich zwei Automatisierungsformen unterscheiden:

1. Solche, die eine bestimmte Form von menschlichem Zutun erfordern und deren Sicherheit somit letztlich *immervom* menschlichen Fahrer abhängig ist (*any level of human input*)
2. Solche, die ohne menschliches Zutun funktionieren (*zero human input*)

Fahrzeuge der zweiten Kategorie, so Roy, sollten aber nicht als „autonom“ bezeichnet werden. Schließlich nehme niemand ernsthaft an, dass diese in absehbarer Zukunft *überall* und unter *allen* erdenklichen Umweltbedingungen zum Einsatz kämen. Die Autos, die etwa Waymo in Arizona testet, seien zwar „zero human input vehicles“ – sie kämen aber nur in einem geographisch eng umrissenen Bereich zum Einsatz und könnten nur dort vollumfänglich funktionieren. Deshalb solle man diese Fahrzeug nicht als autonom bezeichnen, sondern bei ihrer Beschreibung die geographische Limitierung erwähnen. Roy schlägt deshalb vor, diese Autos nicht *autonomous*, sondern *geotonomous* zu nennen. Somit müsse letztlich von zwei Automatisierungskategorien gesprochen werden:

- Human-Assisted Systems (HAS)
- Geotonomy

Gerade die klare Zuweisung von Zuständigkeiten und Verantwortung zwischen Mensch und Maschine, die diese binäre Definition erlaubt, könnte dabei die rechtliche wie ethische Bewertung des automatisierten Fahrens vereinfachen.

1. Tesla gibt an, die für SAE-Level 5 notwendige *Hardware* bereits seit Ende 2016 in seinen Fahrzeugen zu verbauen. Europäische Kunden können bei der Fahrzeugkonfiguration für 6.000 Euro den Enhanced Autopilot aktivieren, der zu einem späteren Zeitpunkt durch Software-Updates auf Level-5-Niveau gepatcht werden soll [↩](#)
2. [Vgl. Lüdemann/Sutter/Vogelpohl: Neue Pflichten für Fahrzeugführer beim automatisierten Fahren – eine Analyse aus rechtlicher und verkehrspsychologischer Sicht, NZV 2018, 411](#) [↩](#)
3. Die für die europäische Zulassung des Systems notwendige, sogenannte [ECE-Homologation](#), die vom [United Nations Economic Commission for Europe](#) erarbeitet wird, soll aber [frühestens 2019 erfolgen](#) — also mindestens zwei Jahre nach Vorstellung der entsprechenden Hardware durch den Hersteller. Der Einsatz in den USA ist aufgrund regulatoriver Unsicherheit [unwahrscheinlich](#) [↩](#)
4. [Vgl. § 1a I StVG](#) [↩](#)

[← zurück](#)[weiter →](#)

Über

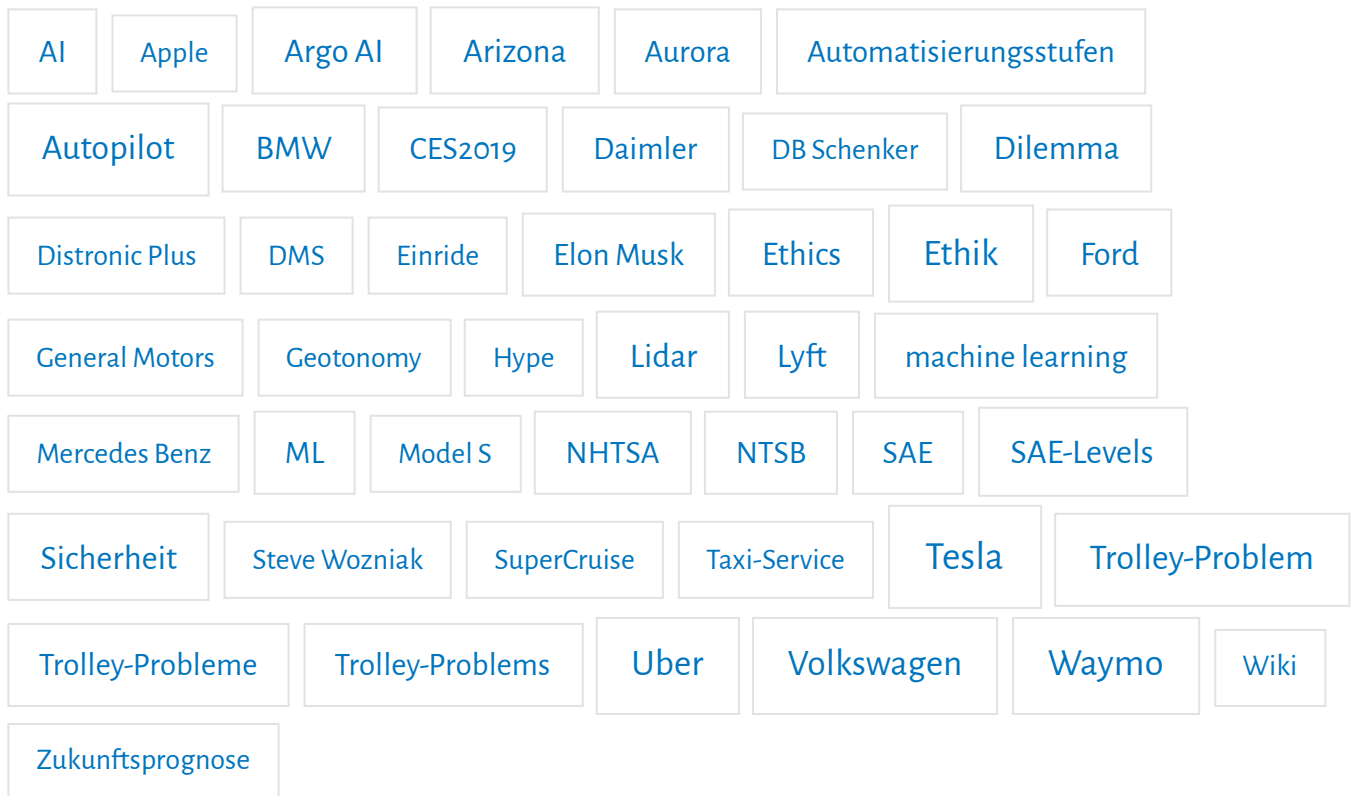
Auf dem Autonoblog schreiben Wissenschaftler unterschiedlicher Disziplinen über sozialwissenschaftliche, ethische wie rechtliche Aspekte des autonomen Fahrens. Unter Leitung von Dr. David Knollmann und Prof. Volker Lüdemann informiert das Autoren-Team regelmäßig über neueste Entwicklungen rund um das autonome Fahren. Der Autonoblog ist eine Publikation des [Niedersächsischen Datenschutzzentrums \(NDZ\)](#), einer wissenschaftlichen Einrichtung der [Hochschule Osnabrück](#), und des vom [Europäischen Fonds für regionale Entwicklung](#) geförderten Forschungsprojekts „[Demokratie des Fahrens – Sollen Autos moralische Entscheidungen treffen?](#)“ (DeFrAmE).



HOCHSCHULE OSNABRÜCK
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES



Tags



Kategorien

[Analyse](#)

[Ethik & autonomes Fahren](#)

[Kommentar](#)

[Longform](#)

[News](#)

[Wiki](#)

Neueste Beiträge

[News zum autonomen Fahren {KW16/2019}](#)

[Ethik & autonomes Fahren IV:](#)

[Wie autonome Fahrzeuge wirklich entscheiden](#)

[Ethik & autonomes Fahren III:](#)

[Das Problem mit dem Trolley-Problem](#)

[News zum autonomen Fahren {KW13/2019}](#)

[Ethik & autonomes Fahren II: Trolley-Probleme](#)

Archive

[April 2019](#)

[März 2019](#)

[Februar 2019](#)

[Januar 2019](#)

[Dezember 2018](#)

[November 2018](#)

Copyright © 2020 Autonoblog

[Über](#) [Datenschutzerklärung](#) [Impressum](#)