

04 2023

SIA Cet/Hi



ETHIK FÜR AUTONOMES FAHREN – WER SOLL STERBEN?

Valentin Heiderich

Inhaltsverzeichnis

Einleitung.....	1
Relevanz des Themas.....	1
Fragestellung	1
Hauptteil	2
Definitionen	2
Ethische Grundprinzipien	2
Wissenschaftliche Definitionen	3
Autonomes Fahren	4
Arten autonomen Fahrens.....	4
Die Rolle von Künstlicher Intelligenz beim Autonomen Fahren	6
Entscheidungsfindung beim autonomen Fahren.....	7
Die Anwendungen der Ethischen Grundprinzipien auf das autonome Fahren	8
Die Deontologische Ethik.....	8
Der Utilitarismus beim autonomen Fahren	8
Diskussion: „Wer soll sterben“	9
Literaturverzeichnis	15
Quellen	15
.....	15

Einleitung

Relevanz des Themas

In Deutschland gab es allein im Jahr 2021 2.314.938 polizeilich erfasste Unfälle, bei 258.987 dieser Unfälle kamen Personen zu Schaden. 2021 gab es insgesamt 306.292 Fehlverhalten, die im Zusammenhang mit solchen Unfällen mit Personenschaden standen. Das ist im Durchschnitt knapp mehr als ein Fehlverhalten pro Unfall mit Personenschaden. Es ist somit ersichtlich, dass ein Großteil der Unfälle mit Personenschaden vermieden werden könnte, wenn es weniger Fehlverhalten bei den Fahrerinnen und Fahrer gäbe ([Statistisches Bundesamt, 2023](#)). Diese gewünschte Entwicklung könnte durch verschiedene Maßnahmen unterstützt werden. Da ältere Menschen, obwohl sie im Jahr 2021 seltener in Verkehrsunfälle verstrickt waren als jüngere, meistens die Hauptverursacher sind, wenn sie in einen Unfall verwickelt sind ([Statistisches Bundesamt, 2023](#)), besteht so zum Beispiel weiter die Diskussion, sich ab einem bestimmten Alter regelmäßig Fahrtauglichkeitsprüfungen unterziehen zu müssen. Diese Diskussionen wurden unter anderem auch durch eine Studie aus Japan angeregt, die zu dem Schluss kam, dass Eignungstests für ältere Menschen zu weniger Unfällen führen würden ([Müschen, Kettenbach, 2023](#)). Viel Zustimmung in der Bevölkerung haben sie jedoch nicht ([Kettenbach, 2023](#)). Doch gibt es auch noch weitere, vielleicht sogar noch umfassendere Methoden, die sich nicht nur auf eine Personengruppe beziehen und dafür Sorge tragen könnten, unsere Straßen sicherer zu machen und viele Personenschäden zu vermeiden? Eine mögliche Antwort auf diese Frage sind autonome Autos.

Fragestellung

Autonome Autos, die von allein mit verschiedensten Verkehrssituationen zurechtkommen, galten bis vor kurzem noch als Zukunftsvision, doch durch die massiven Fortschritte im Themenbereich der Künstlichen Intelligenz konnten viele Problematiken, die sich bei Algorithmus gesteuerten Autos ergaben, umgangen werden. Künstliche Intelligenz bietet die Möglichkeit, Autos selbst entscheiden zu lassen, so muss nicht jede Entscheidung vom Hersteller einprogrammiert werden, was es den Autos ermöglicht, auf Strecken zu fahren, die sie zuvor noch nie gefahren sind. Die Autos sind zu einer Art Mensch geworden. Doch damit stellen sich in der heutigen Zeit neue ethische Fragen, zum Beispiel wie ein autonomes Auto handeln

sollte. Was wenn ein Auto falsch handelt? Wer ist für Unfälle verantwortlich? Sind autonome Autos sicher genug für die Verwendung? All diese Fragen führen zusammen in ein Hauptthema, ein Thema, das maßgeblich unsere Zukunft beeinflussen wird, die Ethik autonomer Autos.

Hauptteil

Bevor ich zur eigentlichen Diskussion kommen kann, ist es wichtig, dass zunächst alle Leser einen groben Überblick darüber haben, welche Unterscheidungen bei autonomen Autos gemacht werden, wie diese die Entscheidungen des autonomen Autos beeinflussen und somit wie diese verschiedenen Arten des autonomen Fahrens eventuell auch verschiedene Ethiken benötigen. Daher beschäftigen sich die folgenden Abschnitte mit wichtigen Definitionen und Prinzipien des autonomen Fahrens. Die eigentliche Diskussion beginnt [hier](#).

Definitionen

Im ersten Teil des Hauptteils müssen zunächst einmal Definitionen, die für die spätere Diskussion nötig sind, aufgestellt werden.

Ethische Grundprinzipien

Zuallererst müssen wir die Definition von Ethik an sich klären. Ethik beschreibt eine Wissenschaft, welche sich mit dem menschlichen Handeln beschäftigt, dabei stellt man sich oft die Frage, welches Handeln gut oder moralisch ist und welches nicht. Um dies zu beantworten, gibt es verschiedene Ansätze, wie die deontologische Pflichtethik nach Kant oder den Utilitarismus.

Die deontologische Ethik nach Kant richtet sich hauptsächlich nach dem kategorischen Imperativ, mit dem sich prüfen lässt, wie moralisch eine Handlung ist. Die Grundmaxime des kategorischen Imperatives ist: „Handle so, daß die Maxime deines Willens jederzeit zugleich als Prinzip einer allgemeinen Gesetzgebung gelten könnte.“ ([Kant, 1906, \(1\)](#))

Der Utilitarismus sagt im Gegensatz zu Kants deontologischer Ethik aus, dass die Handlung, welche am meisten Glück für alle Beteiligten mit sich bringt, die richtige sei ([Bildungsplan 2016](#), [Schubert, Klaus/Martina Klein 2020](#)). In diesem Text werde ich mich hierbei spezifisch auf den Handlungsutilitarismus beziehen. Dieser ist ein großer Unterschied zu Kant, denn hier müssen Handlungen nicht gleich allgemeingültige Regeln sein, sondern können sich auf spezifische Situationen ausrichten ([Bildungsplan, 2016](#)).

Wissenschaftliche Definitionen

1. Was bedeutet Autonomie?

Zuerst ist es wichtig zu definieren, was Autonomie überhaupt bedeutet. Autonomie hat verschiedene Bedeutungen, all diese beziehen sich auf die Unabhängigkeit und Selbstständigkeit einer Sache. ([Agich, 2009](#)) Der Duden nennt als Synonyme für das Wort unter anderem Eigenständigkeit. Und als Bedeutung Selbstständigkeit ([Duden](#)). Doch wie viel Selbstständigkeit muss gegeben sein, um ein Auto als autonom bezeichnen zu können? Um die Selbstständigkeit eines autonomen Autos zu bestimmen, wurden so fünf Level an autonomem Fahren festgelegt, durch die sich bestimmen lässt, wie selbstständig und autonom ein Auto wirklich ist. Der ADAC hingegen schlägt vor, dieses Modell auf 3 Betriebsmodi zu beschränken ([Paulsen 2021](#)). Die fünf Level des autonomen Fahrens werden [hier](#) erläutert.

2. Was sind Algorithmen?

Ein zweiter wichtiger Grundbegriff für die folgende Arbeit ist der Begriff der Algorithmen. Sie sind Reihen an klaren Anweisungen, welche unter gleichen Bedingungen immer zu demselben Ergebnis führen ([Erickson 2019 \(1\)](#)). Jeglicher geschriebene Code ist in der Form eines Algorithmus geschrieben.

3. Was sind Pseudo-Zufallsgeneratoren?

Auch alle Software basierten „Zufallsgeneratoren“ sind nicht wirklich zufällig, sondern Algorithmen gesteuert und sind somit genau genommen nur Pseudo-Zufallsgeneratoren ([Dutang C., Wuertz D., 2023 \(1\)](#)). Ein weniger komplexes Beispiel eines Pseudo-Zufallsgenerators findet sich auf meinem GitHub Account: <https://github.com/vh64g/oneLine/blob/master/in%20Python/pwGenWithoutModules.py> Als Seed kann zum Beispiel die Unix Zeit genutzt werden, zu welcher das Programm ausgeführt wird. Zufallszahlen spreche ich hier nicht grundlos an, denn tatsächlich spielen diese bei Künstlicher Intelligenz eine entscheidende Rolle.

4. Wie funktioniert Artificial Intelligence (AI) / Künstliche Intelligenz (KI)

Auch der Begriff der Künstlichen Intelligenz wird im Folgenden eine große Rolle spielen und benötigt zunächst einer genaueren Definition. Der Begriff leitet sich aus den beiden Begriffen künstlich und intelligent ab. Künstlich hat laut dem Duden drei verschiedene Bedeutungen, all diese Bedeutungen stehen aber im Zusammenhang mit etwas Unnatürlichem, also etwas, was vom Menschen geschaffen wurde. Als Synonyme für künstlich nennt der [Duden](#) so zum Beispiel „imitiert“ und „gefälscht“. Die Intelligenz ist die „Fähigkeit [des Menschen], abstrakt und vernünftig zu denken und daraus zweckvolles Handeln abzuleiten“ ([Duden](#)). Synonyme sind laut dem Duden unter anderem „Cleverness“ und „Denkfähigkeit“ ([Duden](#)). Künstliche Intelligenz ist somit eine Art von imitierter oder gefälschter Denkfähigkeit. Doch wie können wir die Denkfähigkeit des Menschen in einem Computerprogramm imitieren? Hier ist es wichtig zwei verschiedene Verwendungen des Begriffes voneinander abzugrenzen. Die ältere Verwendung des Begriffes bezieht sich auf Algorithmen, die von Menschen so geschrieben wurden, dass sie die Erscheinung erwecken, sie würden etwas verstehen. Ein sehr bekanntes Beispiel dafür ist der erste Chatbot ELIZA. Diese Art an „Künstlicher Intelligenz“ funktioniert, indem nach bestimmten Keywords gesucht wird und dann der Satz nach zum Keyword passenden Regeln transformiert wird. Durch das Einbauen von Pseudo-Zufallszahlen kann so zwischen verschiedenen vorgefertigten Antworten zufällig ausgewählt werden. Bei mehrfacher gleicher Eingabe wird jedoch auffallen, dass sich die Antworten wiederholen (http://www.universelle-automation.de/1966_Boston.pdf (2002), [Boucher \(2020\) \(1\)](#)). Diese Art von „Künstlicher Intelligenz“ kann wohl sehr gut als „gefälschte Denkfähigkeit“ beschrieben werden. Die andere, neuere Verwendung des Begriffes bezieht sich auf selbstlernende Künstliche Intelligenz. Diese Art von Künstlicher Intelligenz nimmt sich als Vorbild das menschliche Gehirn. Ein Beispiel für eine einfache Form eines Moduls für solch eine Art künstlicher Intelligenz ist auch auf meinem GitHub Account zu finden: <https://github.com/vh64g/Python-Module-for-AI> ([Boucher 2020 \(1\)](#)). Es gibt drei verschiedene Möglichkeiten eine solche Künstliche Intelligenz zu trainieren (siehe: [Yao X. \(1999\) \(1\)](#)).

Autonomes Fahren

Arten autonomen Fahrens

Autonomes Fahren lässt sich in verschiedene Stufen einteilen ([wie oben erwähnt](#)). Die 5 Stufen des autonomen Fahrens sind klar voneinander abzutrennen.

Stufe 1

Die erste Stufe des autonomen Fahrens beschreibt Autos, welche zwar noch selbst gefahren werden müssen, jedoch bereits selbst bei einzelnen Aufgaben unterstützen können (Tempomat, automatischer Abstandsregeltempomat, automatischer Spurenassistent, ...) Diese Aufgaben können zwar von AI übernommen werden, sind aber meistens auch gut mithilfe von Algorithmen lösbar und somit hinsichtlich einzelner Aufgaben sicherer. So könnte ein einfacher Algorithmus für einen Automatischen Abstandsregeltempomat, der die Entfernung zum vorherigen Auto als Input bekommt und eine Geschwindigkeit ausgibt, in etwa so aussehen:

```
1 usage  👤 Valentin
17      def evaluate_speed(self, dist):
18          rd = dist - 2
19          if rd <= 0: return 0
20          elif rd <= 25: return params["max-allowed-speed"]-(self.transform[0]/16)
21          elif rd > 25: return params["max-allowed-speed"]
22          else: return "unexpected error occurred..."
23
```

(ganzer Code auf [GitHub](#))

Stufe 2

Fahrzeuge der zweiten Stufe sind in der Lage zeitweise in bestimmten Situationen selbst zu fahren, indem sie die einzelnen Systeme, die bereits in der ersten Stufe existieren können, miteinander vereinen. Es ist wichtig, dass der Fahrer trotz dessen immer das Fahrzeug kontrolliert. Komplexere Situationen kann das Fahrzeug nicht selbstständig bewältigen. Auch für diese Art des „autonomen“ Fahrens wird nicht zwangsweise AI benötigt, die einzelnen Systeme sind weiter nur zur Unterstützung der Fahrer da, und können so auch durch Algorithmen gesteuert werden.

Stufe 3

In der dritten Stufe darf sich nun der Fahrer auch erstmals von der Fahraufgabe und dem Verkehr vorübergehend abwenden. Die Fahrzeuge können selbstständig bestimmte Verkehrssituationen übernehmen, so könnten die Autos zum Beispiel selbstständig über die Autobahn fahren, und der Fahrer könnte sich vom Verkehrsgeschehen abwenden, die Haftung liegt jedoch weiterhin beim Fahrer selbst. Der Fahrer muss zudem jederzeit bereit sein das Steuer wieder zu übernehmen, wenn das Auto eine Situation nicht mehr selbst übernehmen kann. Autonome Autos der dritten Stufe sind zudem nur noch schwer bis gar nicht mehr durch Algorithmen steuerbar und benötigen Künstliche Intelligenz zur Steuerung, da die Verkehrslagen nun zu vielfältig sind, um alle Handlungsmöglichkeiten manuell einzuprogrammieren.

Stufe 4

Autonome Autos der vierten Stufe benötigen keinen Fahrer, sie sind im Normalfall in der Lage, die allermeisten Verkehrssituationen selbstständig zu übernehmen. Zudem muss ein autonomes Auto dieser Stufe in der Lage sein, Situationen zu erkennen, welche es nicht selbstständig bewältigen kann, um sicher stoppen zu können. Alle Passagiere können sich während der Fahrt von dem Verkehr abwenden und zum Beispiel schlafen, arbeiten etc. Ein solches Auto kann jedoch auf ein bestimmtes Wetter oder auf bestimmte geographische Grenzen begrenzt sein. Autos dieser Stufe stellt zum Beispiel die Tochterfirma [Waymo](#) von [Alphabet Inc.](#) (Google) zur Verfügung.

Stufe 5

Diese Stufe vollendet das autonome Auto, Fahrzeuge dieser Stufe sind in der Lage, jegliche Verkehrssituationen ohne menschliche Hilfe zu übernehmen. Die Fahrzeuge sind nicht auf bestimmte geographische oder meteorologische Bedingungen angewiesen.

([Paulsen T. \(2021\)](#), [Choksey J.S. Wardlaw C. \(2021\)](#))

Die Rolle von Künstlicher Intelligenz beim autonomen Fahren

Wie bereits aus dem [vorherigen Abschnitt](#) ersichtlich wird, spielen sowohl [Algorithmen](#) als auch die [Künstliche Intelligenz](#) eine große Rolle beim autonomen Fahren. Zu erkennen ist, dass, je besser die autonomen Autos sind (je höher ihre Stufe ist), desto mehr übernimmt Künstliche Intelligenz die Entscheidungsfindung, und desto weniger entscheiden Algorithmen über die Handlungen des Fahrzeugs. Dies hat damit zu tun, dass gute autonome Autos vielfältige Verkehrssituationen bewältigen müssen, während Fahrassistenzsysteme, welche in Stufe eins und zwei eine große Rolle spielen, lediglich ganz bestimmte Aufgaben übernehmen müssen. Algorithmen müssen von Menschen geschrieben werden, während Künstliche Intelligenz selbst lernen kann. Ich stelle folgende Theorie auf: „Es wäre in der Theorie somit möglich, ein perfektes autonomes Auto nur mithilfe von Algorithmen zu steuern, praktisch wäre es jedoch ein viel zu großer Aufwand all die dafür nötigen Bedingungen von Hand zu schreiben, um alle möglichen Situationen, in denen sich ein solches Auto befinden kann, zu erfassen, was es praktisch unmöglich macht einen solchen Algorithmus zu erschaffen.“ Algorithmen könnten jedoch auch bei guten autonomen Autos (autonomen Autos mit hoher Stufe) weiterhin eine große Rolle spielen. So könnten sie hier zwar nicht mehr zur Entscheidungsfindung, jedoch aber weiterhin zur Kontrolle der Verkehrssituation und der Künstlichen Intelligenz dienen. So könnten sie eingreifen, sollte die Künstliche Intelligenz zum Beispiel zu nah an ein anderes Auto fahren. [Waymo gibt so auf ihrer Website an verschiedenste Sicherungssysteme zu verwenden](#) (am Seitenende) [Zuletzt besucht 12.04.2023], gibt jedoch leider nicht

an, ob diese Algorithmen gesteuert sind (wovon bei einigen auszugehen ist) oder ob auch diese durch Künstliche Intelligenz gesteuert werden.

Entscheidungsfindung beim autonomen Fahren

Auch die Entscheidungsfindung, wie autonome Autos Entscheidungen treffen, spielt für die Fragestellung eine große Rolle, dafür haben wir uns nun die verschiedenen Stufen autonomer Autos angeschaut. Wie bereits festgestellt wurde, können die Entscheidungen der ersten beiden Stufen gut durch Algorithmen getroffen werden. Somit entscheiden hier die Entwickler, die den Algorithmus schreiben, über das Verhalten der Autos. Es ist auch möglich diese „einfacheren“ Aufgaben durch oder mithilfe Künstlicher Intelligenz zu lösen. Auf jeden Fall jedoch werden Entscheidungen ab Stufe 3 mithilfe von Künstlicher Intelligenz getroffen werden müssen. Die Entscheidungsfindung von Künstlicher Intelligenz hängt dabei maßgeblich von dem Training der Künstlichen Intelligenz ab. Genauso wie die Entscheidungen von uns Menschen auf der Erziehung und unseren Erfahrungen im frühen Leben basieren. Wie [oben](#) bereits angesprochen, kann man drei verschiedene Trainingsarten voneinander abgrenzen. Supervised, unsupervised und reinforcement learning. Das supervised learning funktioniert durch den Abgleich von Input-Daten mit den dazugehörigen Output-Daten. Für ein bestimmtes Datenset ist der zum Input gehörende Output also bekannt. Durch z.B. einen Gradient Descent Algorithmus (z.B. [einfacher Gradient Descent in Python](#), [Ruder S. \(2017\)](#)) kann somit der Künstlichen Intelligenz ein bestimmter Zusammenhang beigebracht werden. Dieser Ansatz ist weit verbreitet und kann so zum Beispiel für das Erkennen von Handschrift ([Lague S. \(2022\)](#)), oder natürlich dann auch mit Tokens genutzt werden, um Chatbots zu erstellen. Allerdings eignet sich diese Art von Training anhand der vielfältigen Inputs (LIDAR, Radar, Kamera, ...) und Daten (der vielfältigen Umgebungen) nicht für autonome Autos. Deswegen wird hier ein anderer Ansatz genommen, zum Beispiel Reinforcement Learning. Die Künstliche Intelligenz fährt das autonome Auto in einer Simulation, der Output wird mit dem erwünschten Output verglichen. Nun können zum Beispiel Ansätze der Evolutionstheorie Darwins angewendet werden. So lässt sich zum Beispiel das Prinzip von „survival of the fittest“ übernehmen ([Yao X. \(1999\) \(2\)](#)). Zusammenfassend lässt sich sagen: Algorithmen treffen Entscheidungen exakt so, wie der Programmierer es will. Bei Künstlicher Intelligenz schwimmt dieser Zusammenhang zwischen Programmierer und Resultat (Entscheidungen der Künstlichen Intelligenz). Die Entscheidungen können jedoch durch das Training beeinflusst werden.

Die Anwendungen der ethischen Grundprinzipien auf das autonome Fahren

Die Deontologische Ethik

Um mithilfe der Deontologischen Ethik einen Sachverhalt begründen zu können, müssen wir erst eine zu beantwortende Fragestellung finden. In Bezug auf die Leitfrage könnte diese etwa wie folgt lauten: „Sollten wir Fahrerunterstützungsalgorithmen so programmieren, Künstliche Intelligenz für Autonome Autos so trainieren, dass sie eine bestimmte Personengruppe, falls ein Unfall unvermeidbar ist, „bevorzugt“?“ Diese Fragestellung müssen wir nun verallgemeinern. Eine Verallgemeinerung dieser Fragestellung könnte wie folgt aussehen: „Ist es erlaubt den Tod anderer herbeizuführen, solange dafür eine gleichwertige/„hochwertigere“ Personengruppe überlebt?“ Die Deontologische Ethik nach Kant würde dies verneinen. Der erste Konflikt mit Kant besteht bereits darin, dass Menschenleben abgewogen werden, Kant vertritt hingegen die Meinung, dass jedes Menschenleben einen unmessbaren Wert hat und somit nicht mit anderen verglichen werden kann, auch nicht quantitativ! Zudem wäre es fragwürdig, ob die Verallgemeinerung überhaupt der Selbstzweckformel standhalten würde. Diese sagt aus, dass eine Maxime immer jeden sogleich als Zweck und nicht nur als Mittel ansehen muss. Zwar könnte man argumentieren, dass die getöteten Menschen als Zweck zum Überleben anderer, und somit nicht als Mittel für Egoismus dienen. Inwiefern dies jedoch als Zweck gelten kann ist fraglich. Und selbst wenn wir nun noch einen Widerspruch im Denken suchen, werden wir fündig. So könnten wir argumentieren, dass wir innerhalb eines Satzes sowohl die Worte „Tod [...] herbeiführen“ sowie auch das Wort „überlebt“ verwenden, was einen gedanklichen Widerspruch darstellt. Diese Worte können nicht zusammen gedacht werden. Somit wäre die Position der Deontologischen Ethik klar. Wir dürften der Künstlichen Intelligenz nicht beibringen irgendwelche Personengruppen im Falle eines Unfalles zu bevorzugen.

Der Utilitarismus beim autonomen Fahren

Laut dem Utilitarismus ist die beste Handlung die, bei der am meisten Glück für alle Beteiligten entsteht, beziehungsweise am wenigsten Leid, wie [oben](#) beschrieben. Somit sieht der Utilitarismus auf jeden Fall einen Bedarf, autonome Autos darauf zu trainieren/so zu programmieren, dass im Falle eines Unfalls am wenigsten Leid entsteht, das Auto sollte so zum Beispiel eher Ältere, Unglücklichere, oder Kranke „bevorzugt“ überfahren.

Diskussion: „Wer soll sterben“

Problemstellung

Somit stellen sich verschiedene Probleme für eine Ethik des autonomen Fahrens: Können autonome Autos überhaupt selbst solche Entscheidungen treffen? Oder sollten sie die Kontrolle über das Auto in solchen Fällen den Insassen überlassen? Oder sollten solche Entscheidungen vielleicht sogar den Herstellern überlassen werden, welche durch Algorithmen und spezielles Training solche Entscheidungen dem Auto vorgeben könnten? Und im Falle eines Unfalls, wer ist dann überhaupt der Schuldige? Kurzum was für eine Ethik braucht das autonome Fahren?

Argumentation

Zunächst möchte ich die These aufführen, dass nicht alle Arten des autonomen Fahrens, die sie im Laufe dieser Arbeit bereits kennengelernt haben, dieselbe Ethik verfolgen sollten. Dies sollte so gesehen werden, da es einen großen Unterschied macht, ob ein Fahrer anwesend ist oder nicht. Zuerst möchte ich hier auf Fahrer-Assistier-Systeme eingehen, welche bei den Stufen 1 und 2 eingesetzt werden. Juristisch gesehen ist es wichtig, dass der Fahrer die genauen Grenzen des autonomen Autos kennt, nur so kann Paragraph 1 Absatz 1 der Straßenverkehrsordnung erfüllt werden, welcher den Fahrer zu ständiger Vorsicht und gegenseitiger Rücksicht verpflichtet, sowie Absatz zwei, welcher den Fahrer dazu verpflichtet sich so zu verhalten, dass kein Anderer dadurch geschädigt, gefährdet wird. Denn wenn der Fahrer nicht weiß, wann er eingreifen muss, gefährdet er automatisch andere Verkehrsteilnehmer. Zur Veranschaulichung stellen wir uns vor, ein Hersteller bewirbt sein Fahrassistenzsystem, welches die Geschwindigkeit eines Autos steuert, damit durch die automatische Geschwindigkeitssteuerung nie wieder Unfälle aufgrund von zu aggressivem Auffahren und zu starkem Abbremsen entstehen. Stellen wir uns eine Situation vor, in welcher ein Auto mit diesem Assistenzsystem auf einer Autobahn fährt, hinter unserem Auto fährt ein weiteres Auto, welches bei dem aktuellen Tempo trotz eingehaltenem Abstand bei einer Vollbremsung unseres Autos auf unser Auto auffahren würde und einen Unfall verursachen würde. Ein Reh rennt vor unserem Auto auf die Straße. Der Algorithmus bremst das Auto, da er nicht zwischen einem Reh, einer Wand oder einem anderen Auto unterscheiden kann, er kennt nur den Abstand nach vorne, die aktuelle Geschwindigkeit, und den Abstand nach hinten. Tatsächlich wird so das Reh trotzdem überfahren, jedoch verursacht unser Auto nun noch einen Unfall. Der Fahrer des Autos hatte – aufgrund des Herstellerversprechens - nicht damit gerechnet, dass das Auto abbremsen würde, obwohl dadurch ein

weitaus größerer Schaden entstehen würde. Er war nicht dazu fähig Paragraf 1 der Straßenverkehrsordnung zu befolgen, da er nicht vollumfänglich über die Funktionsweise des Systems Bescheid wusste. Aufgrund dieses Beispiels lässt sich nun auch das Kriterium der Transparenz begründen. Hersteller von autonomen Autos der Stufen 1 und 2 sollten so die genaue Funktionsweise ihrer Algorithmen offenlegen, damit die Fahrer in der Lage sind sich an die Straßenverkehrsordnung zu halten. Durch Transparenz kann so auch gewährleistet werden, dass der Fahrer des Autos, welches den Unfall verursacht hat, für diesen haftet. Dadurch gibt es eine breite Akzeptanz innerhalb der Bevölkerung für Fahrassistenzsysteme. Zusammengefasst, bestehen die moralischen Verpflichtungen, welche dann eine Ethik ergeben, bei Autos der Stufen 1 und 2 vor allem beim Hersteller darin, die Verpflichtung zu moralischen Entscheidungen klar an die Kunden weiterzugeben. So dass am Ende der Fahrer die Entscheidung treffen muss, z.B. das Reh zu überfahren oder versuchen zu bremsen und dabei einen Unfall zu verursachen. Wobei dem Fahrer tatsächlich vielleicht auch Möglichkeiten offenstehen welche dem Algorithmus gar nicht zur Verfügung stehen, wie eine Bewegung in die zweite Dimension, welche der Algorithmus gar nicht kennt. Nun könnte man auf diese Situation die ethischen Prinzipien anwenden. So würde der Utilitarist zu dem Schluss kommen, dass es die bessere Option ist, das Reh zu überfahren, da diese Handlungsoption am wenigsten Leid birgt. Da der Algorithmus aber nicht in der Lage ist ein Reh zu erkennen, ist diese Analyse relativ sinnlos, es wird eine allgemeinere Herangehensweise benötigt, welche nur die Parameter nutzt, welche der Algorithmus kennt. Unsere Frage wäre nun: Sollte der Algorithmus ein Auto immer dann bremsen, wenn das Auto ansonsten in etwas hineinfährt? Utilitaristisch ist diese Entscheidung schwer zu begründen, wenn nicht unmöglich, da zu wenig Informationen über die Situation vorhanden sind, um die Glücksentwicklung in der Situation zu bestimmen. Der Regelutilitarist würde nun auf die Wahrscheinlichkeiten schauen, wie oft in solchen Situationen wie viel Leid oder Glück entsteht. Wahrscheinlich wäre somit, dass das Bremsen des Autos vom Algorithmus die moralisch richtige Entscheidung war, da in den meisten Fällen weniger Leid entsteht, wenn das Auto bremst, als wenn es weiterfährt. Logisch betrachtet, würde eine andere Schlussfolgerung jedoch auch gar keinen Sinn ergeben, da das automatische Abbremsen, zusammen mit der automatischen Beschleunigung, zu den einzigen Funktionen des Systems gehört. Wenn das Auto also nicht von selbst abbremsen dürfte, wäre das System an sich sinnlos. Die Fahrer für die Fehler des Algorithmus schuldig zu sprechen, ist eine effektive Lösung für den Umgang und die Ethik mit autonomen Autos der ersten und zweiten Stufe. Da der Fahrer immer noch ein Mensch ist, ist er auf jeden Fall nach Paragraf 1 der Straßen Verkehrsordnung zu ständiger Vorsicht verpflichtet. Auch effizient ist diese Sichtweise, da keine weiteren Mittel/Gesetze benötigt werden, man kann sich auf bereits vorhandene Artikel berufen (Art1 StVO (1)). Somit sollte der richtige Umgang mit autonomen Autos der Stufen eins und zwei darin bestehen, den Algorithmus zu ignorieren, und den Menschen als Herrscher über alle Entscheidungen anzusehen. Doch wie sollten wir mit Autos höherer Stufen umgehen, wenn diese nicht mehr nur durch einen Algorithmus gesteuert sind? Die Ethik

dieser Autos und der Umgang mit ihnen unterscheidet sich bereits stark von den ersten beiden Stufen. So hatten wir als nötiges Kriterium für einen Großteil unserer Ethik Transparenz als Grundlage genommen. Transparenz kann jedoch bei riesigen neuronalen Netzen kaum noch gegeben werden, viel zu komplex sind hier die Entscheidungsprozesse. Dies stellt ein Problem dar, der Fahrer weiß nicht mehr, wann er sich auf sein Auto verlassen kann und wann nicht. Zudem kann das Auto nun viel mehr Situationen selbst bewältigen, auch wenn der Fahrer immer noch rechtlich dazu verpflichtet ist, die Umgebung zu beobachten und im Notfall einzugreifen, wird dies nun schnell langweilig, da auf langen Strecken nur noch wenig eingegriffen werden muss. Dies führt zu vielen Verletzungen der Pflichten der Fahrer. Dies ist auch der Grund, weshalb Google als eines der ersten Unternehmen in autonome Autos der Stufen vier und fünf investiert hat, und dies mit Erfolg. Alphabet war in der Lage autonome Taxis der Stufe vier zu entwickeln, welche bereits in mehreren Städten der USA ganz ohne Fahrer auskommen. Doch wie sollen wir mit Autos umgehen, welche keinen Fahrer haben? Oder, besser gesagt, keinen menschlichen Fahrer, denn einen Fahrer haben sie. Autonome Autos der Stufen vier und fünf haben zumeist deutlich länger fahren geübt als Menschen, aber sind sie deswegen bessere Fahrer? Das lässt sich ganz so leicht nicht schließen, denn diesen Autos fehlen mehrere Millionen Jahre an menschlicher Entwicklung. Trotzdem sind sie keine schlechten Fahrer und in den allermeisten Situationen sogar bessere Fahrer als Menschen, da sie bereits mehrere Milliarden Kilometer gefahren sind, mehr als wohl ein Mensch je gefahren ist. Ihre Entwicklung umfasst zudem deutlich weniger Punkte als die menschliche Entwicklung, da sie eben nur das Fahren lernen müssen. Doch sicher ist, dass wir ein neues Konzept, eine neue Ethik für diese Autos benötigen. Ein wichtiges Kriterium dabei ist die Sicherheit der autonomen Autos. Dabei ist sowohl die innere als auch die äußere Sicherheit entscheidend. Ein besonders großes Risiko stellen beim vernetzten Fahren so z.B. Cyberangriffe dar. Oftmals wird der Punkt der Sicherheit von Befürwortern des autonomen Fahrens damit gekontert, dass die Menschen früher z.B. auch keinen autonomen Aufzügen trauten, weshalb anfangs immer noch Begleitpersonal in Aufzügen war. Heute scheinen Aufzüge uns nicht mehr sonderlich gefährlich, und es ist eine Selbstverständlichkeit, dass diese autonom fahren. Doch wie passend ist der Vergleich zwischen Aufzügen und Autos? Hier muss tatsächlich auf mehrere Risikofaktoren eingegangen werden. Einmal müssen wir darauf schauen, wie wahrscheinlich ein Angriff auf diese ist. Und andererseits müssen wir darauf achten, wie viele Menschen von einem Angriff direkt betroffen wären. Festzustellen ist, dass autonome Aufzüge nicht global miteinander verknüpft sein müssen, da sie keine besonders komplexen neuronale Netze benötigen, sie werden durch einfache Algorithmen gesteuert und müssen somit gar nicht im Internet kommunizieren, was einen Angriff auf alle Fahrstühle gleichzeitig eigentlich unmöglich macht. Doch ist dieses Horrorszenario bei autonomen Autos möglich? Dies ist tatsächlich nicht der Fall, autonome Autos kommunizieren je nach Hersteller anders, und müssen rein theoretisch gar keine kritische Komponente direkt aus dem Internet steuern lassen. Jedoch bleibt eine Gefahr, falsche Firmware Updates. Diese werden nie alle Fahrzeuge gleichzeitig treffen, jedoch ist es bei den meisten Herstellern

möglich und üblich, dass die Nutzer ihre neuronalen Netze aktualisieren können, denn diese verbessern sich stetig. Sollte jedoch eines dieser Updates Fehler enthalten oder manipuliert werden, könnte dies erhebliche Schäden verursachen. Zu sehen ist jedoch, dass dieses Risiko sehr gering und unwahrscheinlich bleibt, staatliche Akteure oder riesige Zusammenschlüsse wären die einzigen Akteure, welche die Mittel für einen so komplexen Angriff hätten. Zudem ist darauf zu achten, wie viel Menschen bei einem potenziellen Angriff oder Unfall zu Schaden kämen. Bei Unfällen ist diese Zahl meist nicht allzu hoch, in beiden Szenarien würden diese nur lokal und vereinzelt auftreten. Jedoch ist die Zahl möglicher Opfer bei einem potenziellen Angriff auf die Software einer Marke deutlich höher, in diesem Fall wären alle Autos einer Automarke betroffen und könnten deutlich mehr Menschen gefährden. Autonome Autos bleiben somit unsicherer als autonome Aufzüge, jedoch ist in Bezug auf die Sicherheit auch hier keine besonders große Gefahr vorhanden. Das Kriterium der Sicherheit – vor allem im Bereich der Cyber-Sicherheit – wird trotzdem unser Leben und unsere Entscheidungen mit dem Kommen von autonomen Autos drastisch verändern. Wir werden zunächst skeptischer auf diese Autos reagieren, uns dann jedoch an den Umstand anpassen. Wichtig wird hier die Investition der Unternehmen in Cyber-Sicherheit und die Kommunikation dieser sein, um die Bevölkerung von der Sicherheit zu überzeugen und diese zu gewährleisten.

Ein weiterer Punkt, der vielen Sorgen bereitet, ist, dass autonome Autos die Freiheit der Privatsphäre beeinträchtigen können, da sie alles aufnehmen. Hier ist wichtig, dass die Firmen transparent sind, und keine Daten speichern oder auch nur übermitteln, solange diese nicht benötigt werden.

Doch gehen wir nun einmal von dem seltenen und unwahrscheinlichen Szenario aus, dass ein Auto zwischen dem Leben zweier Menschen entscheiden muss, wer soll sterben und wer trägt die Schuld? Wichtig hier ist das Kriterium der Kontrolle: Sollte der Entscheidungsprozess demokratisch kontrollierbar sein? Sollte er den Firmen überlassen sein? Der Utilitarist würde antworten, die Firmen sind in der Pflicht bzw. sollten verpflichtet werden, ihre neuronalen Netze darauf zu trainieren, dass sie am meisten Leid verhindern, doch wie soll ein autonomes Auto erkennen, wann es weniger Leid erschafft? Und hier kommt ein weiteres Kriterium ins Spiel: Die Schnelligkeit. Die Ethik autonomer Autos muss schnell anwendbar sein und darf nicht zu viele Daten benötigen, um möglichst schnell in kritischen Situationen entscheiden zu können. Für eine qualitative Abwägung von Menschenleben bleibt wohl kaum Zeit. Somit ist nur ein quantitatives Abwägen von Menschenleben möglich. Ein Ansatz, welcher von Kant wohl kaum Zustimmung finden würde. Denn auch hier werden Menschen als Mittel und nicht als Zweck an sich selbst behandelt. Und auch unser Gesetz verbietet das Abwägen von Menschenleben, solange keine emotionalen Bindungen vorhanden sind. Also dürfen wir den Autos keine moralischen Regeln mitgeben? Wir dürfen den Autos nach Kant und nach unserem Gesetz auf jeden Fall nicht sagen, welche Menschen sie umfahren sollten im schlimmsten Fall. Dies müssen wir dem Zufall überlassen. Dies verhindert eine subjektive Einflussnahme, und sichert die Gleichbehandlung aller Menschen, das Kriterium der

Gerechtigkeit wird erfüllt. Auch bei der potenziellen Durchsetzbarkeit würde die Einflussnahme auf Unfallgeschehnisse schlecht dastehen. So würde es in der Bevölkerung wohl kaum Anklang finden, wenn Unternehmen ihren Computern sagen, wer sterben soll. Doch muss es überhaupt heißen: wer sterben soll? Die Wahrscheinlichkeit, dass ein autonomes Auto einen Unfall baut, ist sehr gering. Autonome Autos fahren deutlich vorsichtiger als menschliche Fahrer, und reagieren auch deutlich schneller. In Fällen, in denen sie nicht weiterwissen, sind sie meist zurückhaltend und die Firmen bevorzugen es die Autos ganz anzuhalten. Denn wenn eines ihrer Systeme einen Unfall baut, ist das sehr schlecht für ihr Marketing. So lässt sich sagen, dass wir im wahrscheinlichsten Fall wohl kaum Unfälle haben werden, an denen autonome Autos Mitschuld tragen, und wenn, werden diese zumeist keine schwerwiegenden Folgen haben. Um noch einen passenderen Vergleich zu ziehen als die autonomen Fahrstühle, möchte ich hier noch mit einem viel näheren Feld die autonomen Autos vergleichen, der Luftfahrt. Tatsächlich fliegen Flugzeuge schon lange meist autonom, die Piloten fliegen nur wenig von Hand. Systemfehler haben in der Luftfahrt bereits für hunderte Tote gesorgt. Es gibt verschiedenste Möglichkeiten, warum der Autopilot versagt. Ein zentrales Problem sind so zum Beispiel falsche Sensorwerte, da vor allem ältere Sensoren zum Teil zufrieden sein können. Aber auch einfache Programmierfehler haben bereits zu Problemen in der Luft geführt. Noch nie hat dies allerdings dazu geführt, dass das autonome Fliegen überdacht wurde, nein mehr noch, es soll nun auch noch unbemannt werden, und zumindest beim amerikanischen Militär ist dies auch teilweise schon der Fall. Der Grund dafür ist simpel, auch wenn autonome Systeme noch nicht perfekt sind, sind sie meist doch deutlich sicherer und präziser als Menschen. Doch die Frage der Schuld blieb bislang ungeklärt. Wer haftet, falls etwas passiert? Vergleichen wir es zuerst wieder mit den Flugzeugen, denn hier gibt es eine große Ähnlichkeit. Denn selbst bei bemannten Flugzeugen können die Piloten selten nach einem Flugzeugunfall für ihre Fehler haften. Hier übernehmen Versicherungen die Haftungen, denn prinzipiell können Versicherungen mehr Geld einnehmen, wenn sie viele Kunden haben, als sie für die wenigen Unfälle, die passieren, zahlen müssen. Ein ähnliches System ist auch für autonome Autos denkbar. Die Frage, wer an dem Unfall jedoch schuld ist, lässt sich mit unseren heutigen Gesetzen nicht klären, oder zumindest nicht in einem so geringfügigen Umfang, dass es für diese Seminararbeit angebracht wäre. Selbst wenn wir hier jedoch den Firmen eine Schuld gegeben würden, da diese die Künstliche Intelligenz geschaffen haben, wäre die Produktion autonomer Autos wahrscheinlich weiterhin profitabel auf Grund der seltenen Unfälle. Selbst wenn bei einem Unfall eine Person sterben würde, wäre so das höchstmögliche Strafmaß das der fahrlässigen Tötung nach Paragraph 222 unseres Strafgesetzbuches, welches eine Höchststrafe von fünf Jahren Haft oder in dem Fall wahrscheinlich eher eine Geldstrafe umfasst. Geldstrafen können zwar nicht über 10.800.000 Euro ausfallen (nach Paragraph 40 StGB), die Wahrscheinlichkeit, dass eine so hohe Geldstrafe jedoch überhaupt gegen eine Firma verhängt werden würde, da eines ihrer Autos einen Unfall baute, ist jedoch unwahrscheinlich. Auch möglich könnte sein, dass die Unternehmen die Käufer eines Autos dazu verpflichten per Vertrag, für jegliche Schäden, die ihr

Auto verursacht, zu haften. Dies würde zwar anfangs zu einer höheren Skepsis führen, jedoch wird die Schuld eines solchen Autos an einem Unfall so unwahrscheinlich sein, dass trotz dessen zu erwarten ist, dass sich autonome Autos verbreiten werden. Zudem ist das Strafmaß in diesem Fall deutlich geringer, da sich Geldstrafen an dem Nettoeinkommen einer Person orientieren, Firmen können so meist deutlich höhere Geldstrafen angehängt werden als Privatpersonen.

Schluss

Zusammenfassend lässt sich also sagen, dass die Fragestellung rund um das Thema des autonomen Fahrens und der Frage, wer bei einem potenziellen Unfall sterben sollte, äußerst komplex ist.

Die Seminararbeit hat aufgezeigt, dass autonome Autos definitiv vor allem mit weiterer Forschung sicherer sind als menschliche Fahrer, weshalb es nicht nur eine Möglichkeit, sondern eine sinnvolle Maßnahme ist autonome Autos auf deutschen Straßen zu erlauben.

Die Seminararbeit hat aber auch aufgezeigt, dass juristisch gesehen autonome Autos eine Grauzone sind, inwieweit sie benutzt und gefahren werden dürfen ist rechtlich nicht festgelegt. Und die momentane Argumentation dafür, dass autonome Autos nicht ohne Aufsicht fahren dürfen, was noch ein Konsens ist, schwankt mit jeder Minute, in der autonome Autos besser werden.

Eine entscheidende Schlussfolgerung aus der Debatte ist aber auch, dass Technologieunternehmen, welche Software für autonome Autos herstellen, die Trainingsmethoden ihrer Künstlichen Intelligenz offenlegen sollten, um sicherzustellen, dass umfangreiche Tests vorgenommen wurden. Zudem kommen wir hier in einen Spagat zwischen der Freiheit der Unternehmen und unseren moralischen Vorstellungen, und dem Drang selbst für die Sicherheit verantwortlich sein zu wollen.

Eine Idee wäre es, eine Kommission aus Experten verschiedener beteiligter Gebiete zusammenzustellen, und diese damit zu beauftragen, eine wirtschaftliche, technisch mögliche und moralisch und juristisch korrekte Lösung zu finden, denn diese wird eine einzelne Person niemals allein herausfinden.

Autonomes Fahren hat Potential, Potential die Mobilität zu revolutionieren, sie sicherer und schneller zu machen. Also sollten wir das Potential nutzen, der Wissenschaft vertrauen und die Ethik und Rechtsgebiete zu Hilfe ziehen, um diese große Chance nicht zu verpassen.

Literaturverzeichnis

Agich G.J. (2009): Key Concepts: Autonomy [Online]

Verfügbar unter: https://www.researchgate.net/publication/236709831_Key_Concepts_Autonomy

[Letzter Zugriff: 11.04.2023 13:45]

Bildungsplan (2016): Evangelischer Religionsunterricht, Utilitarismus [Online]

Verfügbar unter: https://lehrerfortbildung-bw.de/u_gewi/religion-ev/gym/bp2016/fb6/4_basistexte/2_utiliarismus/

[Letzter Zugriff: 08.04.2023 22:54]

Boucher P. (2020): Artificial intelligence: How does it work, why does it matter, and what can we do about it? [Online]

Verfügbar unter:

[https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2020/641547/EPRS_STU\(2020\)641547_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2020/641547/EPRS_STU(2020)641547_EN.pdf)

(1): PDF: S.5 Buch S. III: Executive summary: How does artificial Intelligence work?

[Letzter Zugriff: 11.04.2023 17:29]

Choksey J.S. Wardlaw C. (2021) Levels of Autonomous Driving Explained [Online]

Verfügbar unter: <https://www.jdpower.com/cars/shopping-guides/levels-of-autonomous-driving-explained>

[Letzter Zugriff: 12.04.2023 13:20]

Duden: Autonomie [Online]

Verfügbar unter: <https://www.duden.de/rechtschreibung/Autonomie>

[Letzter Zugriff: 11.04.2023 14:04]

Duden: Intelligenz [Online]

Verfügbar unter: <https://www.duden.de/rechtschreibung/Intelligenz>

[Letzter Zugriff: 11.04.2023 20:47]

Duden: künstlich [Online]

Verfügbar unter: <https://www.duden.de/rechtschreibung/kuenstlich>

[Letzter Zugriff: 11.04.2023 20:50]

Dutang C., Wuertz D. (2023): A note on random number generation [Online]

Verfügbar unter: <https://cran.r-project.org/web/packages/randtoolbox/vignettes/fullpres.pdf>

(1) S.1 Introduction

[Letzter Zugriff: 11.04.2023 16:07]

Erickson J. (2019): Algorithms [Buch/Online verfügbar (CCL)]

Verfügbar unter: <http://jeffe.cs.illinois.edu/teaching/algorithms/book/Algorithms-JeffE.pdf>

(1) S.1: Introduction: 0.1. What is an algorithm?

[Letzter Zugriff: 11.04.2023 15:13]

Kant I. (ca. 31. Juli 1906): Kritik der praktischen Vernunft [Buch/Online zugänglich]

Verfügbar unter: <https://www.lernhelfer.de/sites/default/files/lexicon/pdf/BWS-DEU2-0352-03.pdf>

(1): PDF: S.47 Buch S.140

https://ia800700.us.archive.org/28/items/kritikderpraktis00kantuoft/kritikderpraktis00kantuoft_bw.pdf

(1): PDF: S.39/ 93 von 284) Buch S. 39

[Letzter Zugriff: 08.04.2023 22:23]

*Kettenbach M. (07.04.2023): EU-Ankündigung erregt Empörung: Rentner*innen sollen ab 70*

Fahrtauglichkeit nachweisen

Verfügbar unter: <https://www.fr.de/verbraucher/fuehrerschein-eu-ankuendigung-70-rentner-auto-autofahren-92123855.html>

[Letzter Zugriff: 08.04.2023 15:51]

Lague S. (2022): How to create a Neural Network (and Train it to Identify Doodles) [Online (Video)]

Verfügbar unter: <https://youtu.be/hfMk-kjRv4c>

[Letzter Zugriff: 12.04.2023 16:41]

Müschen F. (27.01.2023): Eignungstests für Ältere: Weniger Unfälle [Online]

Verfügbar unter: <https://www.zdf.de/nachrichten/panorama/eignungstest-autofahrer-alter-japan-100.html>

[Letzter Zugriff: 08.04.2023 15:42]

Paulsen T. (15.07.2021): Autonomes Fahren die 5 Stufen zum selbst fahrenden Auto [Online]

Verfügbar unter: <https://www.adac.de/rund-ums-fahrzeug/ausstattung-technik-zubehoer/autonomes-fahren/grundlagen/autonomes-fahren-5-stufen/>

[Letzter Zugriff: 11.04.2023 14:47]

Ruder S. (2017): An overview of gradient descent optimization algorithms [Online]

Verfügbar unter: <https://arxiv.org/pdf/1609.04747.pdf>

(1): S1-3

[Letzter Zugriff: 12.04.2023 16:33]

Rutz C. (2011): Immanuel Kants „Selbstzweckformel“ [Online]

Verfügbar unter: <https://freidenker.cc/immanuel-kants-selbstzweckformel/4301>

[Letzter Zugriff: 12.04.2023 18:57]

Schubert, Klaus/Martina Klein (2020): Das Politiklexikon der Bundeszentrale für Politische Bildung: Utilitarismus [Online]

Verfügbar unter: <https://www.bpb.de/kurz-knapp/lexika/politiklexikon/18385/utilitarismus/>

[Letzter Zugriff: 08.04.2023 22:57]

Statistisches Bundesamt (02. März 2023): Ältere Menschen seltener in Verkehrsunfälle verstrickt [Online]

Verfügbar unter: https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2023/03/PD23_N013_46241.html

[Letzter Zugriff: 08.04.2023 15:30]

Statistisches Bundesamt (24. März 2023): Fehlverhalten der Fahrerinnen und Fahrer bei Unfällen mit Personalschaden [Online]

Verfügbar unter: <https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Verkehrsunfaelle/Tabellen/fehlverhalten-fahrzeugfuehrer.html>

[Letzter Zugriff: 08.04.2023 14:05]

Statistisches Bundesamt (24. März 2023): Straßenverkehrsunfälle nach Unfallkategorie [Online]

Verfügbar unter: <https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Verkehrsunfaelle/Tabellen/polizeilich-erfasste-unfaelle.html>

[Letzter Zugriff: 08.04.2023 13:50]

Yao X. (1999): Evolving Artificial Neural Networks [Online]

Verfügbar unter: https://www.cs.bham.ac.uk/~xin/papers/published_iproc_sep99.pdf

(1): S.2 (PDF) S.1423 (Buch) I. Introduction 2) Learning in ANN's

(2): S.5 (PDF) S.1427 (Buch) II. The evolution of connection weights B. Real-Number Representation

[Letzter Zugriff: 11.04.2023 18:10]

http://www.universelle-automation.de/1966_Boston.pdf (17.12.2002) [Online]

[Letzter Zugriff: 11.04.2023 17:12]