



FOM Hochschule für Ökonomie und Management

Hochschulzentrum München

Seminararbeit

Im Rahmen des Moduls

Arbeitsmethoden und Softwareunterstützung

Über das Thema

Umwelteffekte des autonomen Fahrens

von

Julian Türner

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	II
Abbildungsverzeichnis	III
Tabellenverzeichnis	IV
Abkürzungsverzeichnis	IV
1 Einleitung der Arbeit	1
1.1 Forschungsfrage	1
1.2 Hypothese	1
1.3 Definitionen	1
1.3.1 Kraftfahrzeuge	1
1.3.2 Autonomes Fahren	2
1.3.3 Umwelteinflüsse	3
1.3.4 Feinstaub	4
2 Hauptteil	5
2.1 Forschungsgegenstand im Detail	5
2.1.1 Aktueller Stand der Technik beim Autonomen Fahren	5
2.1.2 Voraussichtliche Verteilung der Fahrzeuge künftig	5
2.1.3 Produzenten von Freistaub	5
2.1.4 Problemsituationen	5
2.2 These im Detail	5
2.3 Untersuchungsmethode	5
2.4 Literaturanalyse	7
2.5 Diskussion	7
2.5.1 Diskussion der These an Hand der Literatur	8
2.5.2 Qualität der Aussage	8
2.6 Fazit – Konsequenzen	8
3 Schluss	9
3.1 Kurzzusammenfassung der Arbeit	9
3.2 Weitere Empfehlungen	9

Abbildungsverzeichnis

Bild 1 : Architektur	6
----------------------------	---

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 : Tolle Tabelle	7
---------------------------------	---

Abkürzungsverzeichnis

Kfz *Kraftfahrzeug*

Nfz *Nutzfahrzeug*

Pkw *Personenkraftwagen*

SAE *Society of Automotive Engineers*

GRA *Geschwindigkeitsregelanlage*

CO₂ *Kohlenstoffdioxid*

CO *Kohlenmonoxid*

NO *Stickstoffmonoxid*

NO_x *Stickstoffoxide*

z.B. *zum Beispiel*

u.a. *unter anderem*

u.s.w. *und so weiter*

1 Einleitung der Arbeit

1.1 Forschungsfrage

Welche Auswirkungen haben *Kraftfahrzeug* (Kfz) auf die Umwelt und wie kann autonomes Fahren die negativen Auswirkungen reduzieren?

1.2 Hypothese

Je mehr Kfz autonom fahren, desto geringer fällt die Feinstaubbelastung durch Kfz aus.

1.3 Definitionen

1.3.1 Kraftfahrzeuge

*Als Kraftfahrzeuge im Sinne dieses Gesetzes gelten Landfahrzeuge, die durch Maschinenkraft bewegt werden, ohne an Bahngleise gebunden zu sein.*¹

Kraftfahrzeuge können in folgende Kategorien eingeteilt werden²:

- Klasse M: Vorwiegend für die Beförderung von Fahrgästen und deren Gepäck ausgelegte und gebaute Kraftfahrzeuge
- Klasse N: Vorwiegend für die Beförderung von Gütern ausgelegte und gebaute Kraftfahrzeuge
- Klasse O: Anhänger, die sowohl für die Beförderung von Gütern und Fahrgästen als auch für die Unterbringung von Personen ausgelegt und gebaut sind
- Klasse S: unvollständige Fahrzeuge, die der Unterklasse der Fahrzeuge mit besonderer Zweckbestimmung zugeordnet werden soll

¹Straßenverkehrsgesetz, § 1 Abs. 2

²VERORDNUNG (EU) Nr. 678/2011 DER KOMMISSION vom 14. Juli 2011, TEIL A ABS.1 - <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2011/678/oj?locale=de>

1.3.2 Autonomes Fahren

Beim autonomen Fahren, fährt ein Kfz Verwaltungsgefäß selbständig. Für Kfz wurden von der *Society of Automotive Engineers* (SAE) Institut in der Norm SAE J3016³ Automatisierungsgrade definiert.

- Stufe 0 (Keine Automation)
- Stufe 1 (Assistenzsysteme)
- Stufe 2 (Teilautomatisierung)
- Stufe 3 (Bedingte Automatisierung)
- Stufe 4 (Hochautomatisierung)
- Stufe 5 (Vollautomatisierung)

Was passiert in den Stufen?

Die Stufen unterscheiden sich im wesentlichen nur durch die Anzahl der Automatisierungsgrade.

In der Stufe 0 (Keine Automation):

- keine Assistenzsysteme
- Kfz kann keine Fahraufgaben übernehmen
- Fahrer ist unter permanenter Kontrolle

In der Stufe 1 (Assistenzsysteme):

- Assistenzsysteme wie *Geschwindigkeitsregelanlage* (GRA) oder eine Berganfahrhilfe
- Fahrer hat eine passive Unterstützung bei Fahraufgaben
- Kfz kann keine Fahraufgaben übernehmen
- Fahrer ist unter permanenter Kontrolle

In der Stufe 2 (Teilautomatisierung):

- Assistenzsysteme, wie der Spurführungsassistent oder Stauassistent
 - automatisch bremsen
 - automatisch beschleunigen
 - automatisch lenken
- Kfz kann Fahraufgaben teilautomatisiert übernehmen
- Fahrer kann sich für kurze Zeit von den Fahraufgaben abwenden
- Fahrer muss jeder Zeit die Fahraufgabe übernehmen können

³SAE J3016_202104 - https://www.sae.org/standards/content/j3016_202104

In der Stufe 3 (Bedingte Automatisierung):

- hochautomatisierte Assistenzsysteme
- Kfz kann Fahraufgaben unter bestimmten Voraussetzungen vollständig übernehmen
- Fahrer kann sich unter bestimmten Voraussetzungen dauerhaft von den Fahraufgaben abwenden
- Fahrer muss innerhalb wenigen Sekunden die Fahraufgabe übernehmen können

In der Stufe 4 (Hochautomatisierung):

- hochautomatisierte Assistenzsysteme
- Kfz kann Fahraufgaben in hochkomplexen Verkehrssituationen vollständig übernehmen
- Fahrer dauerhaft von den Fahraufgaben abwenden
- Fahrer muss fahrtüchtig sein, um im Bedarfsfall die Fahraufgabe übernehmen zu können

In der Stufe 5 (Vollautomatisierung):

- hochautomatisierte Assistenzsysteme
- Kfz übernimmt alle Fahraufgaben vollständig
- Fahrer ist nicht erforderlich
- alle Personen im Wagen werden zu Passagieren

1.3.3 Umwelteinflüsse

*Umwelt bezeichnet etwas, mit dem ein Lebewesen in Beziehungen steht.*⁴

Einfluss ist eine Wirkung auf ein Subjekt, das eine bestimmte Umweltbedingung erfüllt.

Umwelteinflüsse sind daher eine Wirkung auf Lebewesen.

Unter Umwelteinflüssen von Kfz fallen unter anderem (u.a.):

- benötigte Flächen, für Infrastruktur, Parkplätze und so weiter (u.s.w.)
- der Verbrauch von Stoffen um Energie für Kfz zu erzeugen oder Betriebszustände für Fahrbahnen herzustellen
- der Ausstoß von Gasen die zum Beispiel (z.B.) durch Verbrennung von Kraftstoff oder beim Laden einer Batterie entstehen
- der Verlust von Betriebsmitteln durch Leckage an Systemen
- der Ausstoß von festen Stoffe wie u.a. Bremsstaub oder Abrieb der Reifen der beim Bremsen entsteht
- Wärme und Schall durch die Umwandlung von Energie oder Reibung von Komponenten die beim Betrieb des Kfz entstehen
- Licht zur Beleuchtung der Fahrbahn oder Absicherung der Verkehrsführung

⁴Ludwig Trepl: Allgemeine Ökologie. Band 1: Organismus und Umwelt. Frankfurt/M., Lang: 106ff.; vgl. 1. Uexküll, Jakob von 1909: Umwelt und Innenwelt der Tiere. Springer, Berlin 2005.

1.3.4 Feinstaub

Feinstaub kann natürlichen Ursprungs sein oder durch menschliches Handeln erzeugt werden, und wird in die Kategorien primär und sekundär unterteilt.

Der primäre Feinstaub entsteht direkt aus der Quelle wie durch eine Verbrennung.

Der sekundäre Feinstaub entsteht durch chemische Reaktionen in der Atmosphäre aus gasförmigen Substanzen, wie Schwefel- und Stickstoffoxiden, Ammoniak oder Kohlenwasserstoffen.

Wichtige durch menschliches Handeln verursachte Feinstaubquellen sind:

- Kraftfahrzeuge (Kfz)
- Kraft- und Fernheizwerke
- Abfallverbrennungsanlagen
- Heizungen in Wohnhäusern
- bestimmte Industrieprozesse

In urbanen Regionen sind vor allem der Straßenverkehr und Bautätigkeiten große Feinstaubquellen.

Hierbei entsteht Feinstaub nicht nur aus dem Verbrennungsprozess in die Luft, sondern auch durch Bremsen-, Reifen- und Fahrbahnabrieb. Auch die Aufwirbelungen des Staubes von der Straßenoberfläche tragen dazu bei. Wichtige natürliche Quellen für Feinstaub sind Emissionen aus Vulkanen und Meeren aber durch Bodenerosionen, Wald- und Buschfeuer oder bestimmte biogene Gemische von Viren, Sporen, Bakterien oder Pilzen.

2 Hauptteil

2.1 Forschungsgegenstand im Detail

2.1.1 Aktueller Stand der Technik beim Autonomen Fahren

Aufteilung der Kfz in die Fahrzeug Kategorien.
Anteile der Stufen die im Verkehr unterwegs sind

2.1.2 Voraussichtliche Verteilung der Fahrzeuge künftig

2.1.3 Produzenten von Feistaub

Warum wird Feistaub produziert? Wer produziert am meisten Feistaub? Wann wird am meisten Feistaub produziert? Wann wird am wenigsten Feistaub produziert?

2.1.4 Problemsituationen

Warum ist Feinstaub überhaupt ein Problem? Warum sind KFZ ein Problem? Warum sind nicht autonom Fahrende KFZ ein Problem?

2.2 These im Detail

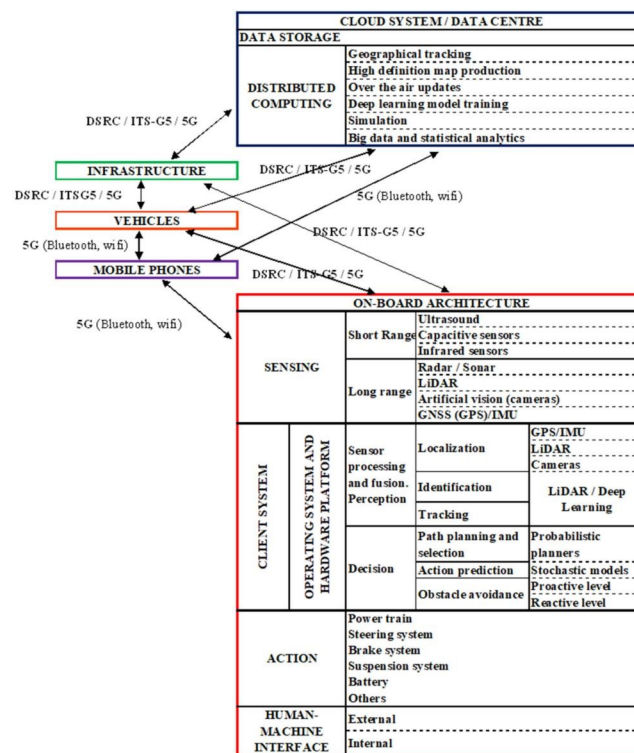
Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet. Automation in cars has a long history. Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum.

Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet Acceptance of autonomous driving will depend on how far a consensus on these norms can be found, first among experts, then in society at large. One ethical condition, however, should be crucial: in no case should the ethical algorithms be put in practice as nontransparent black boxes. The built-in norms should, as far as possible, be understood and commonly shared.

2.3 Untersuchungsmethode

Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet. Automation in cars has a long history. Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea

Bild 1: Architektur



Quelle: Martínez-Díaz, M./Soriguera, F./Pérez, I., Autonomous driving: a bird's eye view, 2019, S. 564.

rebum.¹ Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet Acceptance of autonomous driving will depend on how far a consensus on these norms can be found, first among experts, then in society at large. One ethical condition, however, should be crucial: in no case should the ethical algorithms be put in practice as nontransparent black boxes. The built-in norms should, as far as possible, be understood and commonly shared.

2.4 Literaturanalyse

Tabelle 1: Tolle Tabelle

cell1	cell2	cell3
cell4	cell5	cell6
cell7	cell8	cell9

Quelle: Martínez-Díaz, M./Soriguera, F./Pérez, I., Autonomous driving: a bird's eye view, 2019, S. 564.

Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet. Automation in cars has a long history. Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum.² Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet Acceptance of autonomous driving will depend on how far a consensus on these norms can be found, first among experts, then in society at large. One ethical condition, however, should be crucial: in no case should the ethical algorithms be put in practice as nontransparent black boxes. The built-in norms should, as far as possible, be understood and commonly shared.

2.5 Diskussion

Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum.³ Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet. Automation in cars has a long history. Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet Acceptance of autonomous driving will depend on how far a consensus on these norms can be found, first among experts, then in society at large. One ethical condition, however, should be crucial: in no case should the ethical algorithms be put in practice as nontransparent black boxes. The built-in norms should, as far as possible, be understood and commonly shared.

¹Vgl. Baumann, M. F. u. a., Taking responsibility: A responsible research and innovation (RRI) perspective on insurance issues of semi-autonomous driving, 2019, S. 558.

²Vgl. Baumann, M. F. u. a., Taking responsibility: A responsible research and innovation (RRI) perspective on insurance issues of semi-autonomous driving, 2019, S. 558.

³Vgl. Baumann, M. F. u. a., Taking responsibility: A responsible research and innovation (RRI) perspective on insurance issues of semi-autonomous driving, 2019, S. 558.

2.5.1 Diskussion der These an Hand der Literatur

Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum.⁴ Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet. Automation in cars has a long history. Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet. Acceptance of autonomous driving will depend on how far a consensus on these norms can be found, first among experts, then in society at large. One ethical condition, however, should be crucial: in no case should the ethical algorithms be put in practice as nontransparent black boxes. The built-in norms should, as far as possible, be understood and commonly shared.

2.5.2 Qualität der Aussage

Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet. Automation in cars has a long history. Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum.⁵ Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet. Acceptance of autonomous driving will depend on how far a consensus on these norms can be found, first among experts, then in society at large. One ethical condition, however, should be crucial: in no case should the ethical algorithms be put in practice as nontransparent black boxes. The built-in norms should, as far as possible, be understood and commonly shared.

2.6 Fazit – Konsequenzen

Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr⁶, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet. Automation in cars has a long history. Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet. Acceptance of autonomous driving will depend on how far a consensus on these norms can be found, first among experts, then in society at large. One ethical condition, however, should be crucial: in no case should the ethical algorithms be put in practice as nontransparent black boxes. The built-in norms should, as far as possible, be understood and commonly shared.

⁴Vgl. Baumann, M. F. u. a., Taking responsibility: A responsible research and innovation (RRI) perspective on insurance issues of semi-autonomous driving, 2019, S. 558.

⁵Vgl. Baumann, M. F. u. a., Taking responsibility: A responsible research and innovation (RRI) perspective on insurance issues of semi-autonomous driving, 2019, S. 558.

⁶Vgl. Baumann, M. F. u. a., Taking responsibility: A responsible research and innovation (RRI) perspective on insurance issues of semi-autonomous driving, 2019, S. 558.

3 Schluss

Lorem ipsum dolor sit amet¹, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet. Automation in cars has a long history. Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet. Acceptance of autonomous driving will depend on how far a consensus on these norms can be found, first among experts, then in society at large. One ethical condition, however, should be crucial: in no case should the ethical algorithms be put in practice as nontransparent black boxes. The built-in norms should, as far as possible, be understood and commonly shared.

3.1 Kurzzusammenfassung der Arbeit

Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet. Automation in cars has a long history. Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor² invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet. Acceptance of autonomous driving will depend on how far a consensus on these norms can be found, first among experts, then in society at large. One ethical condition, however, should be crucial: in no case should the ethical algorithms be put in practice as nontransparent black boxes. The built-in norms should, as far as possible, be understood and commonly shared.

3.2 Weitere Empfehlungen

Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet. Automation in cars has a long history. Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet. Acceptance of autonomous driving will depend on how far a consensus on these norms can be

¹Vgl. Baumann, M. F. u. a., Taking responsibility: A responsible research and innovation (RRI) perspective on insurance issues of semi-autonomous driving, 2019, S. 558.

²Vgl. Baumann, M. F. u. a., Taking responsibility: A responsible research and innovation (RRI) perspective on insurance issues of semi-autonomous driving, 2019, S. 558.

found, first among experts, then in society at large³. One ethical condition, however, should be crucial: in no case should the ethical algorithms be put in practice as nontransparent black boxes. The built-in norms should, as far as possible, be understood and commonly shared.

³Vgl. Baumann, M. F. u. a., Taking responsibility: A responsible research and innovation (RRI) perspective on insurance issues of semi-autonomous driving, 2019, S. 558.