



# **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

<b>Inhaltsverzeichnis</b>	<b>II</b>
<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>III</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>IV</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>IV</b>
<b>1 Umweltbelastung</b>	<b>1</b>
<b>2 Kraftfahrzeuge</b>	<b>2</b>
2.1 Teilsysteme von Kraftfahrzeugen	2
2.1.1 Antriebseinheit	3
2.1.2 Arbeitseinheit	3
2.1.3 Energieübertragungseinheit	3
2.1.4 Stütz- und Trageinheit	3
2.1.5 Steuerungs- und Regelungseinheit	3
2.2 Fahrzeugklassen	4
2.2.1 Klasse M	5
2.2.2 Klasse N	6
2.3 Umweltbelastungen durch Kraftfahrzeuge	6
2.3.1 Verbrennungsabgase	6
2.3.2 Feinstaub	7
2.3.3 Infrastruktur	8
2.4 Assistenzsysteme	8
2.4.1 Keine Assistenzsysteme	8
2.4.2 Assistenzsysteme	8
2.4.3 Teilautomatisierung	8
2.4.4 Bedingte Automatisierung	8
2.4.5 Hochautomatisierung	8
2.4.6 Vollautomatisierung	8
<b>3 Problemlösung durch Autonomes Fahren</b>	<b>9</b>

# Abbildungsverzeichnis

Bild 1	:	Teilsysteme des Kraftfahrzeugs .....	2
--------	---	--------------------------------------	---

# Tabellenverzeichnis

## Abkürzungsverzeichnis

**Kfz** *Kraftfahrzeug*

**Nfz** *Nutzfahrzeug*

**Pkw** *Personenkraftwagen*

**SAE** *Society of Automotive Engineers*

**GRA** *Geschwindigkeitsregelanlage*

**km/h** Kilometer pro Stunde

**t** Tonnen

**NO** Stickoxide

**NO<sub>x</sub>** Stickstoffoxide

**H<sub>2</sub>O** Wasser

**CO<sub>2</sub>** Kohlenstoffdioxid

**CO** Kohlenmonoxid

**HC** Hydrocarbon

**z.B.** zum Beispiel

**u.a.** unter anderem

**u.s.w.** und so weiter

# 1 Umweltbelastung

Durch die voranschreitende technische Entwicklung in Industrie, Gewerbe und Landwirtschaft verändert und belastet der Mensch zunehmend die Umwelt. Umweltbelastungen können viele Ursachen haben, möglicherweise sind bessere Lösungen nicht umsetzbar oder wirtschaftlich nicht attraktiv. Die Umweltbelastung entsteht auf verschiedenen Ebenen, die sich in ihrer Gegebenheit unterscheiden. Es gibt energetischen Belastungen, wie Strahlen, Lärm und Erschütterungen. Es gibt Umweltbelastungen durch feste Stoffe wie Abfälle die durch Bau und Abbruch entstehen, Abfälle aus Produktionen und Abfälle aus der Gewinnung von Bodenschätzen. Auch flüssige Stoffe belasten die Umwelt. Sie entstehen durch Chemie Fabriken, Reste von Medikamenten die durch den Urin in das Abwasser gelangen oder durch Umweltkatastrophen bei der sich das Wasser mit anderen Stoffen vermischt. Ein Beispiel hierfür könnte ein Erdbeben sein, welches ein Atomkraftwerk beschädigt und radioaktives Wasser ausläuft. Die größte Umweltbelastung für die Umwelt ist aber die gasförmige Verschmutzung, welche die Luft verschmutzt. Die Gasförmige Verschmutzung welche die Luft verunreinigt ist die eine von den größten Belastungen für die Umwelt. Durch unsachgemäße Wiederverwertung können Luftverschmutzungen entstehen, wie zum Beispiel die Verbrennung von Stromkabeln um das Kupfer aus der Isolierung zu trennen. Die Luftverschmutzung ist ebenso verantwortlich für Krankheiten und vorzeitigen Tod von Menschen. Feinstaub kann in den Körper eindringen und schwerwiegende Krankheiten auslösen. Luftverschmutzung entsteht bei Tierhaltung sowie durch den Einsatz von Pestiziden.

Die Hauptursache sind Abgase die bei der Verbrennung von fossilen Kraftstoffen entstehen. Ein großer Träger bei der Verbrennung von fossilen Kraftstoffen sind Kraftfahrzeuge.

## 2 Kraftfahrzeuge

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

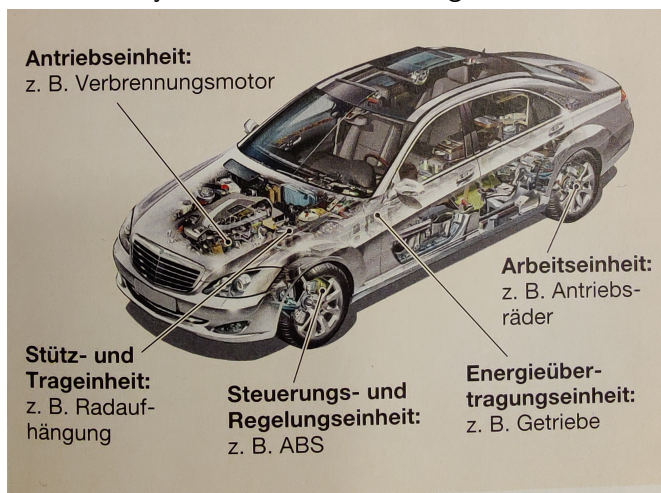
Da Kraftfahrzeuge Landfahrzeuge sind gehören Flugzeuge, Schiffe oder Boote nicht zu der Kategorie, obwohl sie durch Maschinenkraft bewegt werden. Auch Züge oder Trambahnen gehören nicht in in die Kategorien, da sie an Bahngleise gebunden sind.

### 2.1 Teilsysteme von Kraftfahrzeugen

Moderne Kraftfahrzeuge werden aus folgenden Teilsysteme gebildet:

- Antriebseinheit
- Energieübertragungseinheit
- Stütz- und Trageinheit
- Steuerungs- und Regelungseinheit
- Arbeitseinheit

Bild 1: Teilsysteme des Kraftfahrzeugs



Quelle: Westermann S. 19

<sup>1</sup>Straßenverkehrsgesetz, § 1 Abs. 2

### 2.1.1 Antriebseinheit

Die Antriebseinheit wandelt die zugeführte Energie in die erforderliche Antriebsenergie um.<sup>2</sup> Diese Umwandlung wird im Motor durchgeführt. Hauptsächlich werden Elektro- und Verbrennungsmotoren eingesetzt.

Verbrennungsmotoren unterscheiden sich von Elektromotoren durch ihre Energieerzeugung. Die Energieerzeugung wird durch die Verbrennung von Kraftstoff erzeugt. Dazu wird ein Kraftstoff-Luft-Gemisch in einem Brennraum mit Kolben zur Verbrennung verwendet. Durch die Verbrennung steigt der Druck im Brennraum stark an und bewegt einen Kolben.

### 2.1.2 Arbeitseinheit

Die Arbeitseinheit ist die Verbindung zwischen den Antriebsrädern und der Fahrbahn. Durch die Bewegung der Antriebsrädern wird das Kraftfahrzeug in Bewegung gesetzt.

### 2.1.3 Energieübertragungseinheit

Die Energieübertragungseinheit leitet die Energie in der geforderten Bewegungsart und Bewegungsgeschwindigkeit zur Arbeitseinheit weiter.<sup>3</sup>

Energieübertragungseinheiten sind Baugruppen einer Maschine, die zur Übertragung von Energie in benötigt werden. Beispiel hierfür sind Kabel die Elektrische Energie leiten oder Wellen, Zahnräder oder Riemen die mechanische Energie weiterleiten.

### 2.1.4 Stütz- und Trageinheit

Stütz- und Trageinheit der Rahmen oder der selbsttragende Aufbau des Kraftfahrzeuges haben hauptsächlich die Aufgabe, die Teilsysteme aufzunehmen und zu einer Einheit zu verbinden.<sup>4</sup>

### 2.1.5 Steuerungs- und Regelungseinheit

Die Steuerungs- und Regelungseinheit beeinflusst die Stoff- und Energieumsetzung durch Informationsverarbeitung<sup>5</sup>

### Steuerungseinheit

Bei der Steuerungseinheit werden verschiedene Eingangsgrößen durch das System in eine oder mehrere Ausgangsgrößen verändert. Beispiele für Steuerungen sind:

- Klimaanlage: Es wird eine Solltemperatur eingestellt. Die Klimaanlage kühlt konstant. Die Klimaanlage kühlt solange mit dieser eingestellten Temperatur solange sie nicht verändert wird. Die Umgebungstemperatur wird nicht berücksichtigt.
- Licht: Der Schalter wird betätigt und das Licht wird eingeschaltet. Das Licht bleibt permanent eingeschaltet. Das Licht geht erst aus wenn der Schalter ausgeschaltet wird. Das Umgebungslicht wird nicht berücksichtigt.

---

<sup>2</sup>Westermann S. 19

<sup>3</sup>Westermann S. 19

<sup>4</sup>Westermann S. 19

<sup>5</sup>Westermann S. 19

## Regelungseinheit

Bei einer Regelungseinheit werden die Eingangsgrößen mit einem Sollwert verglichen und so lange angepasst bis der Sollwert erreicht wird. Beispiele für Regelungen sind:

- Klimaautomatik: es wird eine Solltemperatur eingestellt. Es wird gemessen wie warm oder wie Kalt die Temperatur ist. Sollte die Temperatur unter der Solltemperatur liegen, wird die Klimaautomatik auf Heizen gestellt. Sollte die Temperatur über der Solltemperatur liegen, wird die Klimaautomatik auf Kühlen gestellt.
- Lichtautomatik: Es gibt eine Schwelle bei der das Licht eingeschaltet werden soll. Es gemessen wie hell das Umgebungslicht ist. Sollte das Umgebungslicht zu gering sein wie zum Beispiel (z.B.) im Tunnel oder bei Dämmerung wird das Licht eingeschaltet. Sobald das Umgebungslicht wieder hell genug ist zum Beispiel (z.B.) beim verlassen des Tunnels oder bei Sonnenaufgang, wird das Licht wieder ausgeschaltet.

## 2.2 Fahrzeugklassen

Kraftfahrzeuge können Bauartbedingt in Kategorien eingeordnet werden. Die EU Kommission hat hierfür acht Klassen definiert.<sup>6</sup>

- Klasse L: Leichte ein- und zweispurige Kraftfahrzeuge
- 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
- Klasse R: Anhänger, die in der Land- und Forstwirtschaft verwendet werden
- Klasse S: Maschinen, die in der Land- und Forstwirtschaft zum Einsatz kommen und gezogen werden
- Klasse T: Zugmaschinen, die in der Land- und Forstwirtschaft verwendet werden wie Traktoren
- Klasse C: Zugmaschinen, die in der Land- und Forstwirtschaft verwendet werden und auf Ketten laufen wie ein Bagger

Die relevantesten Klassen sind M und N.

---

<sup>6</sup>VERORDNUNG (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>



### 2.2.1 Klasse M

In der Klasse M werden Kraftfahrzeuge eingeordnet die für die Beförderung von Personen und Gepäck zuständig sind und mindestens 4 Räder haben sowie eine Hochgeschwindigkeit von über 25 Kilometer pro Stunde (km/h) haben.

Die Klasse M spaltet sich in 3 Unterklassen auf:

- Klasse M1
- Klasse M2
- Klasse M3

#### Klasse M1

Kraftfahrzeuge der Klasse M1 haben über die Eigenschaften der Klasse M noch folgende weitere Eigenschaften:

- nicht mehr als 8 Sitzplätze und 1 Platz für den Fahrer
- keine Stehplätze
- zulässiges Gesamtgewicht von maximal 3,5 Tonnen (t)

In der Klasse M1 sind Kraftfahrzeuge wie Personenkraftwagen(Limousine, Cabrio) und Wohnmobile zu finden.

#### Klasse M2

Kraftfahrzeuge der Klasse M2 haben über die Eigenschaften der Klasse M noch folgende weitere Eigenschaften:

- mehr als 8 Sitzplätze
- zulässiges Gesamtgewicht von maximal 5 t

In der Klasse M2 sind Kraftfahrzeuge wie ein Eindecker-Bus bis 5 t oder ein Doppeldecker-Bus bis 5 t zu finden.

#### Klasse M3

Die dritte Unterklasse der Klasse M ist M3.

Kraftfahrzeuge der Klasse M3 haben über die Eigenschaften der Klasse M noch folgende weitere Eigenschaften:

- mehr als 8 Sitzplätze
- zulässiges Gesamtgewicht von über 5 t

In der Klasse M3 sind Kraftfahrzeuge wie ein Eindecker-Bus über 5 t oder Doppeldecker-Bus über 5 t zu finden.

### 2.2.2 Klasse N

In der Klasse N werden Kraftfahrzeuge eingeordnet die für die Beförderung von Gütern zuständig sind und mindestens 3 Räder haben sowie ein zulässiges Gesamtgewicht von über 1 t haben. Die Klasse N spaltet sich in 3 Unterklassen auf:

- Klasse N1
- Klasse N2
- Klasse N3

#### Klasse N1

Fahrzeuge zur Güterbeförderung mit einer zulässigen Gesamtmasse bis zu 3,5 t. In der Klasse N1 sind Kraftfahrzeuge die in dicht besiedelten Regionen gut zurecht kommen, wie Paketzusteller oder Fahrzeuge der Post.

#### Klasse N2

Fahrzeuge zur Güterbeförderung mit einer zulässigen Gesamtmasse von zu 3,5 t bis 12 t. In der Klasse N2 sind Kraftfahrzeuge die regional Güterbefördern, dies könnten Kraftfahrzeuge die Waren aus einem Zentrallager in die Filialen transportieren. Diese Kraftfahrzeuge sind darauf ausgelegt hunderte Kilometer zurückzulegen.

#### Klasse N3

Fahrzeuge zur Güterbeförderung mit einer zulässigen Gesamtmasse von mehr als 12 t. In der Klasse N3 sind Kraftfahrzeuge die überregional Güterbefördern, wie ein Kraftfahrzeug das große Mengen an Ladung fassen kann und darauf ausgelegt sind tausende Kilometer zurückzulegen.

## 2.3 Umweltbelastungen durch Kraftfahrzeuge

Kraftfahrzeuge belasten die Umwelt auf verschiedene Arten. Hierunter fallen die Erzeugung von Rohstoffen für Materialien die für die Produktion von Kraftfahrzeugen benötigt werden, die tatsächliche Produktion von Kraftfahrzeugen, der Betrieb von Kraftfahrzeugen, sowie die Entsorgung von Kraftfahrzeugen.

Gerade der Betrieb von Kraftfahrzeugen belastet die Umwelt durch die verschieden Arten von Schadstoffen. Unterschieden wird die Art der Belastung, durch die Verbrennung entstandene Abgase, Feinstaub der durch die Verbrennung, sowohl auch durch den Abrieb von Reifen und Bremsen freigesetzt wird und die Infrastruktur der Straßen, Parkplätze und anderer Einrichtungen.

### 2.3.1 Verbrennungsabgase

Durch Verbrennung von Kraftstoffen entstehen verschied giftige Schadstoffe:

- Kohlenmonoxid (CO)
- Stickoxide (NO)
- unverbrannte Kohlenwasserstoffe (HC)

Die Abgase strömen nach der Verbrennung im Verbrennungsraum durch die Abgasanlage in die Umwelt. Es gibt auch ungiftige Stoffe die durch die Verbrennung abgegeben werden wie zum Beispiel (z.B.) Wasser ( $H_2O$ ) und Kohlenstoffdioxid ( $CO_2$ ). Die Menge der Abgase die durch die Abgasanlage strömen ist von der Größe des Motors sowie dem Lastzustand des Motors abhängig.

### 2.3.2 Feinstaub

Feinstaub ist ein fester oder flüssiger Stoff der nicht sofort zu Boden sinkt. Neben der Art des Feinstaubes ist unter anderem die Wetterlage für die Verbreitung und Absenkung von Feinstaub entscheidend.

Luftfeuchtigkeit beeinträchtigt die Ausbreitung von Feinstaub da sich dieser bei geringer Luftfeuchtigkeit länger in Luft halten kann sich besser ausbreiten kann.

Feinstäube werden als Particle Matter (PM, zu deutsch Stoffteilchen) bezeichnet. Diese Luftschadstoffe sind gesundheitsschädlich.<sup>7</sup>

Unterschieden wird zwischen Feinstaub der aus natürlichen Quellen entstanden ist und Feinstaub der durch menschliches Handeln entstanden ist.

#### Feinstaub aus natürlichen Quellen

Natürlicher Feinstaub entsteht ohne menschliches Handeln durch:

- Vulkane
- Wald- und Buschbrände
- Pollen
- Sporen

#### Feinstaub durch menschliches Handeln

Feinstaub der durch menschliches Handeln entstanden ist wird auch anthropogener Feinstaub genannt. Feinstaub durch menschliches Handeln entsteht durch:

- Verbrennung und Abrieb vom Straßenverkehr
- Verbrennungsabgase von Kraftwerken und Müllverbrennungsanlagen
- Brände von Gegenständen
- Industrieprozesse wie die Stahlerzeugung

Einrichtungen der Umweltzonen und Festlegung von Fahrverboten durch die Kommunen und Städte können zur Verbesserung der Luftreinhaltung führen. Das befahren einer Umweltzone ist dann nur mit einer entsprechenden Kennzeichnung des Fahrzeuges möglich, die man bei der zuständigen Behörde erlangen kann.

---

<sup>7</sup>Westermann S. 327

### **2.3.3 Infrastruktur**

Auch die Infrastruktur belastet die Umwelt, indem:

- Wälder abgeholzt werden um die Verkehrsanbindung zu verbessern
- Straßen vergrößert um ein höheres Verkehrsaufkommen zu bewältigen
- starke Erhitzung durch Sonneneinstrahlung auf dunklen Verkehrswegen
- Grünflächen abgeschafft werden um mehr Parkmöglichkeiten zu gewinnen

## **2.4 Assistenzsysteme**

### **2.4.1 Keine Assistenzsysteme**

### **2.4.2 Assistenzsysteme**

### **2.4.3 Teilautomatisierung**

### **2.4.4 Bedingte Automatisierung**

### **2.4.5 Hochautomatisierung**

### **2.4.6 Vollautomatisierung**

## **3 Problemlösung durch Autonomes Fahren**