

**Fachhochschule  
Gelsenkirchen**

Fachbereich Wirtschaftsingenieurwesen

## Diplomarbeit

Thema: **Umweltschutz in Fahrzeugflotten (PKW) und dessen Einfluss auf die Fuhrparkpolitik in Deutschland**

Verfasser: Benjamin Krämer  
Rügenstraße 60a  
45665 Recklinghausen

Erstprüfer: Prof. Dr. Ferdinand Dudenhöffer

Zweitprüfer: Prof. Dr. Lothar Grebe

Matrikelnummer: 200426088



**Sperrvermerk**

Nachdruck, Vervielfältigung oder Veröffentlichung der gesamten Arbeit oder von Auszügen darf nur nach ausdrücklicher Erlaubnis des Autors oder eines befugten Vertreters erfolgen.

## Inhaltsverzeichnis

Sperrvermerk .....	III
Inhaltsverzeichnis .....	IV
Abbildungsverzeichnis .....	VI
Abkürzungsverzeichnis .....	VIII
1 Einleitung .....	1
1.1 Umweltschutz im Bereich Automobil .....	1
1.2 Intention dieser Arbeit .....	3
2 Umweltschutz im Fuhrpark .....	5
2.1 Definition Fuhrpark .....	5
2.2 Instrumente zur Gestaltung eines umweltfreundlichen Fuhrparks .....	5
2.2.1 Gestaltung der Car Policy .....	6
2.2.2 Eco-Training .....	7
2.2.3 Sparwettbewerb .....	7
2.2.4 Monatliche Verbrauchstatistiken für die Mitarbeiter .....	8
2.2.5 Bonus-Programme .....	8
3 Technik-Trends und Innovationen.....	10
3.1 Konventionelle Maßnahmen.....	12
3.1.1 Start-Stop-Automatik (Micro Hybrid).....	13
3.1.2 Downsizing.....	13
3.1.3 Direkteinspritzung .....	14
3.1.4 Reduzierung der Fahrwiderstände .....	15
3.1.5 Getriebe .....	15
3.1.6 Elektrifizierung von Antriebsaggregaten.....	16
3.1.7 Passive Sicherheitssysteme und Navigationssysteme .....	16
3.1.8 Thermoelektrischer Generator (TEG) .....	17
3.2 Alternative Antriebsformen.....	19
3.2.1 Hybrid.....	20
3.2.2 Gasantrieb.....	21
3.2.3 Diesotto.....	23
3.2.4 Brennstoffzelle.....	23
3.2.5 Elektroantrieb .....	24
3.2.6 Biokraftstoffe.....	26
4 Relevante PKW-Marken im deutschen Markt.....	30
4.1 Überblick Marktvolumen .....	30
4.2 Marktvolumen im Flottengeschäft.....	31
4.3 Fahrzeugmarken und Aussichten.....	32
4.3.1 VW/Skoda .....	32
4.3.2 Audi .....	33
4.3.3 BMW .....	34
4.3.4 Mercedes.....	36
4.3.5 Opel/Saab .....	38
4.3.6 Ford/Volvo .....	39
4.3.7 Renault/Nissan.....	41
4.3.8 Toyota/Lexus .....	42
4.3.9 Peugeot/Citroën .....	43

---

5	Kosten-/Nutzenbetrachtung einer „grünen Flotte“ .....	44
5.1	Entwurf eines „Muster-Fuhrparks“ .....	44
5.2	Einfluss CO <sub>2</sub> armer Fahrzeuge auf die Fuhrparkkosten .....	44
5.2.1	Kraftstoffkosten .....	46
5.2.2	Berücksichtigung der künftigen CO <sub>2</sub> -Steuer .....	47
5.2.3	Umweltzonen.....	47
5.2.4	Restwert .....	48
6	Expertenbefragung.....	50
6.1	Allgemeines zum Fuhrpark .....	50
6.2	Umweltschutz im Fuhrpark .....	52
6.3	Anpassung der Car Policy .....	56
6.4	Fragen zu alternativen Antriebsformen .....	59
6.5	Restwertstabilität .....	64
7	Fazit .....	67
	Anhang .....	73
A.	Fragebogen Umweltschutz im Fuhrpark .....	73
B.	Musterrechnung .....	78

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Zu-/Abnahme der Emissionen des Straßenverkehrs in der EU, Periodenvergleich 1990-1999 und 1999-2005 .....	3
Abbildung 2: Bonus-Malus-Regelung in Frankreich .....	9
Abbildung 3: Rohöl-Weltmarktpreisentwicklung 2006 – 2008 .....	11
Abbildung 4: Notwendigkeit der Anerkennung von ECO-Innovation.....	12
Abbildung 5: CO <sub>2</sub> -Minderungspotenziale von Otto-Motoren durch ausgewählte Maßnahmen .....	14
Abbildung 6: CO <sub>2</sub> -Minderungspotenziale von Diesel-Motoren durch ausgewählte Maßnahmen .....	15
Abbildung 7: CO <sub>2</sub> -Minderungspotential ausgewählter Fahrwiderstandsreduktionen .....	15
Abbildung 8: CO <sub>2</sub> -Minderungspotentiale ausgewählter Maßnahmen an Getrieben .....	16
Abbildung 9: Umwandlung der im Kraftstoff gespeicherten Energie.....	17
Abbildung 10: Fortschritt in der thermoelektrischen Materialentwicklung .....	18
Abbildung 11: Entwicklung der Zulassungszahlen für alternative Antriebe im gewerblichen Bereich in Deutschland von 2004 bis 2007 .....	19
Abbildung 12: CO <sub>2</sub> -Minderungspotentiale der verschiedenen Hybridantriebe .....	20
Abbildung 13: Chevrolet Volt .....	25
Abbildung 14: CO <sub>2</sub> -Reduktion durch die Nutzung von erneuerbaren Energien 2006 .....	26
Abbildung 15: Reichweite eines PKW mit Biokraftstoffen von 1 ha Anbaufläche .....	27
Abbildung 16: Anstieg der Anbaufläche in Deutschland von 1997 bis 2007 .....	28
Abbildung 17: Marktanteile 2007 nach Hersteller in Deutschland .....	30
Abbildung 18: Marktanteile 2007 nach Herstellern im Flottengeschäft in Deutschland ....	31
Abbildung 19: Musterfuhrpark mit durchschnittlich mittlerer Motorisierung .....	45
Abbildung 20: Musterfuhrpark mit Reduzierung auf den nächstkleineren Motor, in den einzelnen Segmenten .....	46
Abbildung 21: Umweltzonen in Deutschland .....	48
Abbildung 22: Überblick über die befragten Fuhrparks.....	50
Abbildung 23: Art der Nutzung.....	51
Abbildung 24: Stellenwert des Umweltschutzes im Unternehmen .....	52
Abbildung 25: Kriterien für die Fahrzeugauswahl .....	53
Abbildung 26: Einschätzung der möglichen Kraftstoffeinsparung durch technische Maßnahmen .....	54
Abbildung 27: Einsatz der Kraftstoffeinsparenden Maßnahmen .....	55
Abbildung 28: Mögliche Maßnahmen zur Senkung der CO <sub>2</sub> -Emissionen im Fuhrpark.....	56
Abbildung 29: Anpassung der Car Policy im Hinblick auf CO <sub>2</sub> -Reduktion.....	57

---

Abbildung 30: Maßnahmen zur CO <sub>2</sub> -Emissionssenkung .....	58
Abbildung 31: CO <sub>2</sub> - Grenzwert Festsetzung .....	58
Abbildung 32: höhere Gesamtkosten zur Senkung des CO <sub>2</sub> -Ausstoßes .....	59
Abbildung 33: Umweltfreundlichkeit.....	60
Abbildung 34: Gutes Tankstellennetz / Gute Infrastruktur .....	61
Abbildung 35: Reichweite der verschiedenen Antriebe .....	62
Abbildung 36: steuerlicher Vorteil .....	62
Abbildung 37: niedrige Kosten.....	63
Abbildung 38: geringer Verbrauch.....	63
Abbildung 39: geschätzte Nachfrageentwicklung im eigenen Fuhrpark.....	65
Abbildung 40: geschätzte Nachfrageentwicklung am gesamten Markt .....	66

**Abkürzungsverzeichnis**

Abb.	Abbildung
AG	Aktiengesellschaft
Aufl.	Auflage
bzw.	beziehungsweise
d. h.	das heißt
e. V.	eingetragener Verein
evtl.	eventuell
f.	folgende
ggf.	gegebenenfalls
Hrsg.	Herausgeber
k. A.	keine Angabe
S.	Seite
sog.	sogenannte (-r, -n)
usw.	und so weiter
vertragl.	vertraglich
vgl.	vergleiche
z. B.	zum Beispiel



# 1 Einleitung

## 1.1 Umweltschutz im Bereich Automobil

„Umweltschutz ist eine der vordringlichsten Aufgaben der heutigen Zeit. Politik, Wirtschaft und Gesellschaft müssen zusammenarbeiten, um die Umweltschäden zu bekämpfen und zu verhindern, dass neue Belastungen für die Umwelt entstehen. Vorsorgepolitik und ein weitgehender Konsens zwischen allen Beteiligten können bewirken, dass diese Ziele erreicht werden.“<sup>1</sup>

Kein Thema wird emotionaler geführt als Umweltschutz im Bereich des individuellen motorisierten Personenverkehrs. Das Kompetenzzentrum Klimafolgen und Anpassung (KommPass) verdeutlicht den Klimawandel und die Klimafolgen für Deutschland. Laut KommPass beschleunigte sich der Erderwärmungstrend im Laufe der vergangenen Jahrzehnte deutlich. Wetterereignisse mit extremen Ausmaßen wie Hitzeperioden und Starkniederschläge sind ein Indiz für den Klimawandel. Diese Ereignisse treten länger, häufiger oder intensiver auf, dies ist auch volkswirtschaftlich aufgrund des starken Schadenspotentials von hoher Bedeutung.<sup>2</sup>

Sobald die drohende Klimakatastrophe angesprochen wird, rückt die Automobilindustrie in den Fokus der Öffentlichkeit. Mobilität ist ein entscheidender Faktor in unserer heutigen Zeit, dementsprechend ist die Industrie gefragt, die Mobilität nachhaltig zu gestalten. Denn „die Erfüllung der privaten Mobilitätsbedürfnisse und die Erfüllung der Transportaufgaben sind ohne Automobil nicht mehr denkbar.“<sup>3</sup>

„Von nachhaltiger Mobilität kann insbesondere dann gesprochen werden, wenn

- neben dem Umweltaspekt auch wirtschaftliche, soziale und ökologische Gesichtspunkte Berücksichtigung finden,
- die Steigerung von Effizienz und Qualität (nicht Quantität) im Vordergrund steht,
- die Verbesserung von objektiver und subjektiv empfundener Verkehrssicherheit gewährleistet ist sowie

---

<sup>1</sup> Kaluza, 1997, S. 5

<sup>2</sup> Vgl. KomPass, 2008, S. 5

<sup>3</sup> Zanger/Habscheid/Gaus, 2004, S. 33

- die Rolle des Menschen als Subjekt (nicht als Objekt) der Mobilität verstanden wird.“<sup>4</sup>

Die Politik, nicht nur in Deutschland sondern auch in der Europäischen Union, übt zunehmend mehr Druck aus, um einen raschen Wandel zu bewerkstelligen. Höhere Steuern, Abgasgrenzwerte und Umweltzonen sind die Mittel und Maßnahmen der Politik um Einfluss auszuüben, aber auch die Halter von Fahrzeugen werden angehalten mehr auf den Umweltschutz zu achten.

Ein wesentliches Problem in diesem Themenfeld ist die Affinität der Fahrer zu ihrem Auto. „Kein industriell produziertes Produkt wie die Maschine Automobil scheint in so unglaublichem Maße emotional und seelisch beladen zu sein wie das eigene Automobil. Sein Verzicht hieße daraus folgernd, einen Teil westlich-menschlicher Identität des 20. Jahrhunderts zu vernichten.“<sup>5</sup> Aus diesem Grund werden sich viele Unternehmen schwer tun den nicht zu unterschätzenden Motivationsfaktor Auto anzutasten.

Aus der Abbildung 1 geht hervor, dass Deutschland im europäischen Periodenvergleich der Zeiträume 1995-1999 und 1999-2005 einen eindeutigen Wandel in den CO<sub>2</sub>-Emissionen aufweist. Als einziges Land hat es Deutschland geschafft die CO<sub>2</sub>-Emissionen im Straßenverkehr deutlich zu reduzieren, die restlichen Länder weisen Wachstumsraten des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes auf. Der CO<sub>2</sub>-Ausstoß steht in unmittelbarem Zusammenhang mit dem verbrauchten Kraftstoff. Daher ist es unumgänglich, dass ein Bemühen um Kraftstoffreduzierung gleichzeitig ein CO<sub>2</sub>-Emissions-Rückgang zur Folge hat.

---

<sup>4</sup> Grandjot, 2002, S. 118

<sup>5</sup> Wiederseiner, 1993, S. 78

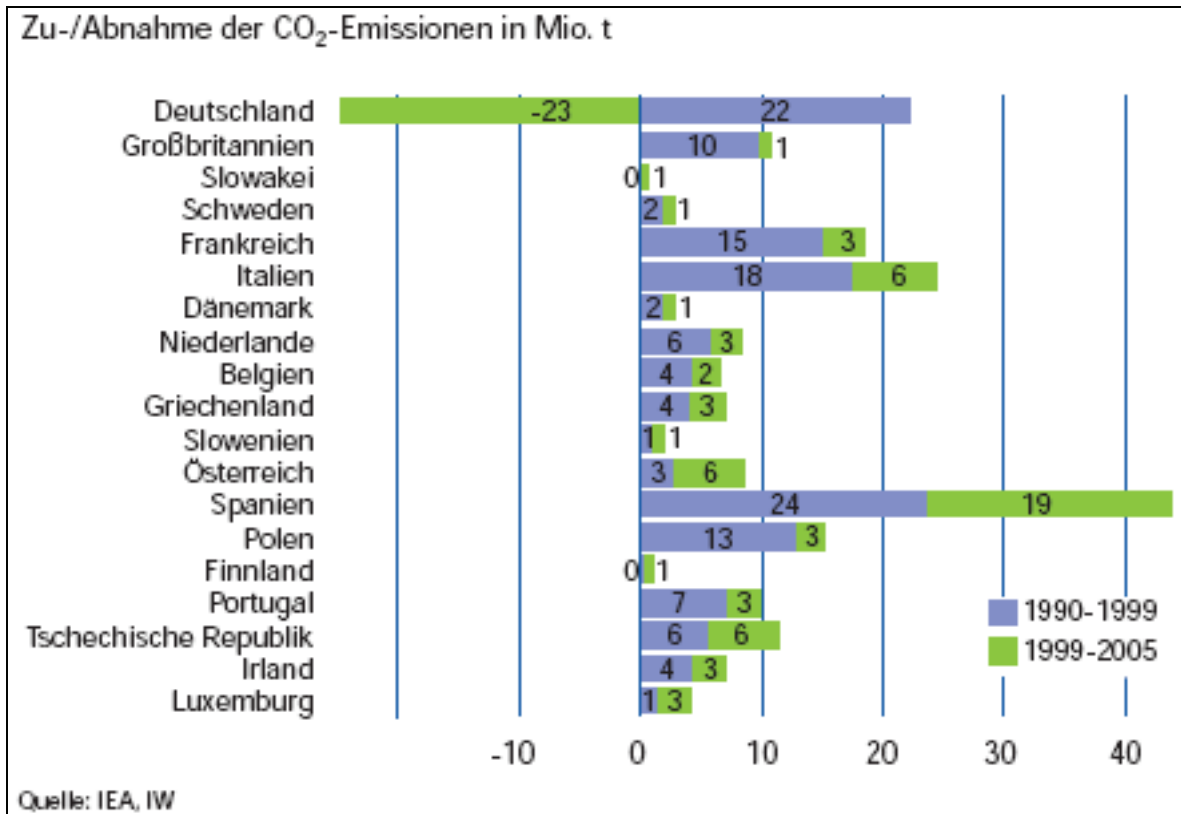


Abbildung 1: Zu-/Abnahme der Emissionen des Straßenverkehrs in der EU, Periodenvergleich 1990-1999 und 1999-2005  
 Quelle: VDA Verband der Automobilindustrie, Auto Jahresbericht 2008, S. 21

„Die deutschen Hersteller haben die größten Verbrauchsreduzierungen bei ihren Neuwagen erreicht – 40 Prozent seit den siebziger Jahren, 25 Prozent allein seit 1990. In Sachen Effizienz stehen sie an der Spitze, da macht ihnen kein Wettbewerber etwas vor.“<sup>6</sup>

### 1.2 Intention dieser Arbeit

Der erste Teil dieser Arbeit gibt zunächst einen Überblick über Möglichkeiten der Entwicklung von umweltfreundlichen Autos und Technologien der letzten Jahre und deren Auswirkungen dar. Weiterhin wird im Kern dieser Arbeit „Umweltschutz in Fahrzeugflotten (PKW) und dessen Einfluss auf die Fuhrparkpolitik in Deutschland“ behandelt. Dazu wird ein Musterfuhrpark entworfen, anhand dessen die Auswirkungen der Reduzierung der Motorengröße auf den Fuhrpark gezeigt werden.

<sup>6</sup> Wissmann, 09|2007, S. 712

Der zweite Teil dieser Arbeit basiert auf einer Expertenbefragung, die die aktuellen Umweltschutzmaßnahmen in einen konkreten Zusammenhang mit dem Fuhrpark und der Fuhrparkpolitik von Unternehmen bringen soll, um eine tendenzielle Bewertung daraus abzuleiten.

Zudem wurden die Fuhrparkbetreiber nach ihrer Einschätzung zum Thema alternative Antriebe, die momentan auf dem Markt erhältlich sind, und zu einzelnen technischer und personeller Maßnahmen zur Kraftstoffreduzierung befragt.

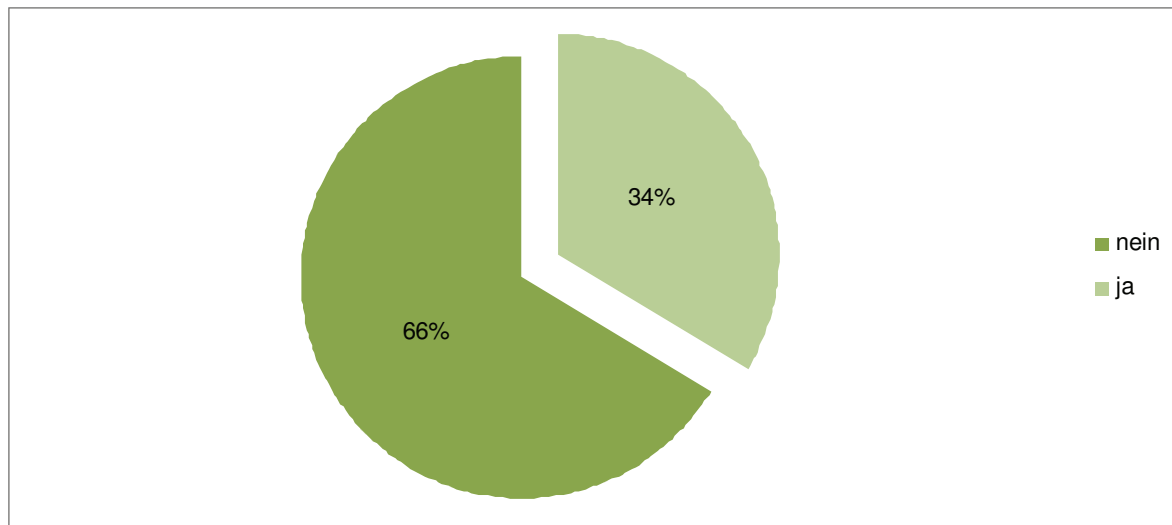


Abbildung 32: höhere Gesamtkosten zur Senkung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes

Quelle: Eigene Darstellung

#### 6.4 Fragen zu alternativen Antriebsformen

Bei der Zusammenstellung der Fuhrparks der Unternehmen fällt auf, dass bereits heute fast 19% alternative Fahrzeuge im Bestand haben. Bis zu 59% planen eine Anschaffung von alternativen Fahrzeugen in den nächsten 5 Jahren und ca.15% planen dies in den nächsten 10 Jahren. Für 8% der Unternehmen kommt ein Einsatz für alternative Antriebe überhaupt nicht in Frage.

Bereits im Einsatz oder in die zukünftige Fuhrparkgestaltung mit einbezogen sind der Umfrage zur Folge der Hybrid und der CNG Antrieb mit gut einem Drittel der abgegebenen Stimmen. 27% setzen auf LPG und nur 4% benutzen bzw. würden E85 als Alternative in Betracht ziehen. Einige Exoten tauchen auch bereits auf, so fährt ein Unternehmen bereits mit Brennstoffzellen, ein anderes möchte in 5 Jahren bereits Elektrofahrzeuge in seinen Fuhrpark mit aufnehmen, und eine weitere Firma setzt in 10 Jahren auf ein wasserstoffangetriebenes Fahrzeug.

Bei der Befragung zur Einschätzung von alternativen Antriebsformen wurden die derzeit gängigsten Antriebe zu Grunde gelegt. Dies sind Hybrid, Erdgas, Autogas und Bioethanol.

Die Fuhrparkmanager wurden gebeten diese Antriebe nach den vorgegebenen Kriterien (Geringer Verbrauch, niedrige Kosten, Steuerlicher Vorteil, hohe Reichweite, gutes Tankstellennetz/Gute Infrastruktur und Umweltfreundlichkeit) zu beurteilen.