

# Masterarbeit

zur Erlangung des akademischen Grades Master of Science (MSc.) / Diplom-Ingenieur  
(Dipl.-Ing./DI) im Studiengang „Industrieller Umweltschutz, Entsorgungstechnik und  
Recycling“ an der Montanuniversität Leoben

## Analyse der Ökoprämie 2009 in Bezug auf ihre Vor- und Nachteile

erstellt am

**Lehrstuhl für Abfallverwertungstechnik und  
Abfallwirtschaft**

**Vorgelegt von:**

Markus Lampert, BSc  
0635077

**Betreuer/Gutachter:**

Dipl.-Ing. Renato Sarc  
Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. mont Roland Pomberger

Leoben, 20.01.2014

## **EIDESSTÄTTLICHE ERKLÄRUNG**

Ich erkläre an Eides statt, dass ich diese Arbeit selbständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und mich auch sonst keiner unerlaubten Hilfsmittel bedient habe.

## **AFFIDAVIT**

I declare in lieu of oath, that I wrote this Thesis and performed the associated research myself, using only literature cited in this volume.

## **DANKSAGUNG**

Ich möchte diese Möglichkeit nutzen, um mich bei all jenen Menschen zu bedanken, ohne die mein Studium undenkbar und diese Arbeit unmachbar gewesen wäre.

Ich möchte mich bei Dipl.-Ing. Renato Sarc bedanken, meinem Betreuer, der mir wichtige Impulse und Anstöße für das Vorankommen in der Arbeit vermittelt hat.

Bedanken möchte ich mich weiters bei Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. mont. Roland Pomberger, Leiter des Lehrstuhls für Abfallverwertungstechnik und Abfallwirtschaft, der mich in den letzten Semestern meines Studiums und während dieser Masterarbeit wissenschaftlich unterstützt hat und bei em.O.Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Karl Lorber, Leiter des ehemaligen Instituts für nachhaltige Abfallwirtschaft und Entsorgungstechnik, bei dem ich mein Studium begonnen habe und der mir mit seinem Engagement für die Umwelttechnik immer eine Inspiration sein wird.

Ein besonderer Dank richtet sich an Ing. Walter Kletzmayr, der mir während der Erstellung dieser Masterarbeit stets mit seiner fachlichen aber auch menschlichen Kompetenz geholfen hat.

All meinen Studienkollegen möchte ich für ihre Freundschaft und den Halt danken, den sie mir in den Jahren in Leoben verliehen haben.

Meiner gesamten Familie und besonders meinen Eltern möchte ich für ihre Geduld, ihr Verständnis und ihre finanzielle Unterstützung danken, ohne welche ich die Zeilen, die Sie hier lesen, nicht schreiben hätte können.

Mein abschließender und wohl größter Dank gebührt meiner Freundin Magdalena, die mich die letzten, knapp sieben Jahre, in alle Lebenslagen begleitet und unterstützt hat.

An alle hier Erwähnten oder Vergessenen richte ich ein herzliches Glück Auf!

## **Kurzfassung**

### **Analyse der Ökoprämie 2009 in Bezug auf ihre Vor- und Nachteile**

Durch das Ökoprämiengesetz [1] (beschlossen am 26. März 2009 vom österreichischen Parlament) wurde eine Ökoprämie für einen Fahrzeugtausch (Verschrottung von Altfahrzeugen und deren Ersatz durch Neufahrzeuge) im Zeitraum vom 1. April 2009 bis längstens 31. Dezember 2009 eingeführt. Die Ökoprämie wurde durch das Bundesministerium für Finanzen, die Pkw-Importeure, die Pkw-Händler und die ARGE-Shredder zu unterschiedlichen Anteilen getragen.

Ziel der vorliegenden Masterarbeit, welche durch den Arbeitskreis der Automobilimporteure, das Bundesgremium des Fahrzeughandels und die ARGE-Shredder GmbH unterstützt wird, ist es, die vorhin genannte Ökoprämie 2009 in Bezug auf ihre Vor- und Nachteile aus wirtschaftlicher und ökologischer Sicht zu analysieren. Die gegenständliche Arbeit beinhaltet neben der Darstellung der Ökoprämie in Österreich, eine Übersicht über Verschrottungsprämien in anderen europäischen Ländern und eine Aufstellung der in Österreich verschrotteten Alt-Pkw sowie der gekauften Neu-Pkw. Um die ökologischen Aspekte zu beurteilen, werden Alt- und Neu-Pkw hinsichtlich ihres Kraftstoffverbrauches und ihrer Partikel- und Abgasemissionen gegenübergestellt. Die Verwertung von Pkw und die damit verbundenen Materialflüsse sind mithilfe einer Stoffflussanalyse dargestellt. Diese angeführten Materialien (Rohstoffe) können in weiterer Folge auch einer finanziellen Bewertung unterzogen werden, wobei auch der Rohstoffabfluss durch in andere Länder verbrachte Alt-Pkw betrachtet wird. Außerdem werden die Auswirkungen der Ökoprämie auf die Volkswirtschaft beschrieben, welche monetäre Aspekte (Steuern, Erlöse und Aufwände aus der Verwertung) und sicherheitsrelevante Aspekte zur gesteigerten Personensicherheit in Fahrzeugen beinhalten.



## **Abstract**

### **Analysis of the “Ökoprämie 2009” (Ecological Bonus 2009) Regarding Advantages and Disadvantages**

Through the “Ecological Bonus” law (Ökoprämiengesetz) [1] (that came into force on March 26<sup>th</sup> 2009 by the Austrian parliament) an ecological incentive was introduced for a replacement of vehicles (scrapping of end-of-life-vehicles (ELV) and their substitution by new vehicles) in the period between April 1<sup>st</sup> and December 31<sup>st</sup> in 2009. The ecological bonus was sponsored by the Federal Ministry of Finances, by the car importers, by the car dealers and by ARGE-Shredder with different shares.

The aim of this Master Thesis, which was supported by the working group of the automobile importers (Arbeitskreis der Automobilimporteure), the federal committee of the vehicle traders (Bundesgremium des Fahrzeughandels) and ARGE-Shredder GmbH, was to analyse the “Ecological Bonus” 2009 in respect of the advantages and disadvantages from the economic and ecological point of view. The Thesis in hand, besides the description of the “Ecological Bonus” in Austria, contains a survey of scrapping incentives in other European countries, an overview of the amount of scrapped ELV in Austria as well as the bought new vehicles. To assess ecological aspects too, the ELV are compared with the bought new vehicles regarding their fuel consumption and their particle and exhaust gas emissions. The dismantling of ELV and the resulting material flows are displayed with the help of a material flow analysis. The recovered (raw) materials can be subjected to a monetary assessment in an intensified investigation, while the raw material loss due to the transfer of ELV into other countries is considered. Furthermore, the effects of the “Ecological Bonus” incentive on the national economy is described, including monetary aspects (taxes, revenues and expenses) and safety aspects due to increased personal safety in new vehicles.

## Inhaltsverzeichnis

	Seite
<b>1 EINLEITUNG .....</b>	<b>5</b>
1.1 Problemstellung .....	6
1.2 Zielsetzung.....	6
<b>2 GRUNDLAGEN DER ÖKOPRÄMIE .....</b>	<b>8</b>
2.1 Rechtlicher Hintergrund .....	8
2.1.1 Ökoprämiengesetz.....	8
2.1.2 Schadstoffklassen bzw. Euro-Emissionsklassen.....	9
2.1.3 Definition von Altfahrzeug .....	10
2.1.3.1 Europäische Union.....	10
2.1.3.2 Österreich .....	11
2.1.3.3 Deutschland.....	12
2.1.3.4 Vereinigtes Königreich .....	12
2.1.3.5 Vergleich der Definitionen .....	12
2.2 Aufbau der Ökoprämie .....	12
2.2.1 Voraussetzungen.....	12
2.2.2 Höhe der Ökoprämie und Aufteilung .....	13
2.2.3 Verschrottungsnachweis.....	14
2.3 Vergleichsmodelle in der EU.....	15
2.3.1 Deutschland.....	15
2.3.2 Italien.....	16
2.3.3 Frankreich.....	17
2.3.4 Rumänien .....	18
2.3.5 Slowakei .....	19
2.3.6 Weitere Verschrottungsprämien in der EU.....	20
2.4 Publikationen zu Verschrottungsprämien.....	23
2.4.1 Deutschland.....	23
2.4.2 Europäische Union.....	24
2.5 Zustandserhebung der Fahrzeugbestände in Österreich, Deutschland, der EU und weltweit .....	25
2.5.1 Fahrzeugbestand in Österreich.....	25
2.5.2 Fahrzeugbestand in Deutschland.....	28
2.5.3 Fahrzeugbestand in der EU und weltweit.....	30
<b>3 DATENAUFBEREITUNG .....</b>	<b>33</b>
3.1.1 Altfahrzeuge.....	33
3.1.1.1 Datenaufbereitung Altfahrzeuge bezüglich der Antriebsart.....	34
3.1.1.2 Datenaufbereitung Altfahrzeuge bezüglich der Fahrzeugmarken und - klassen.....	36
3.1.1.3 Datenaufbereitung Altfahrzeuge bezüglich der Euroklassen.....	38

3.1.2	Neufahrzeuge .....	39
3.1.2.1	Datenaufbereitung Neufahrzeuge bezüglich der Antriebsart.....	40
3.1.2.2	Datenaufbereitung Neufahrzeuge bezüglich der Fahrzeugmarken und - klassen.....	41
3.1.2.3	Datenaufbereitung Neufahrzeuge bezüglich der Euroklassen .....	43
3.1.3	Gegenüberstellung Alt- und Neufahrzeuge .....	44
3.1.3.1	Gegenüberstellung Alt- und Neufahrzeuge bezüglich der Antriebsart.....	44
3.1.3.2	Gegenüberstellung Alt- und Neufahrzeuge bezüglich der Fahrzeugmarken und -klassen.....	44
<b>4</b>	<b>ÖKOLOGISCHE ASPEKTE .....</b>	<b>47</b>
4.1	Kraftstoffverbrauch.....	48
4.1.1	Kraftstoffverbrauch pro Pkw bei warmem Betriebszustand .....	49
4.1.2	Kraftstoffverbrauch durch Kaltstarts .....	50
4.1.3	Kraftstoffverbrauch der Neufahrzeuge laut Herstellerangaben .....	51
4.1.4	Zusammenfassung Kraftstoffverbrauch.....	52
4.2	PM/PN Partikelemissionen.....	57
4.2.1	Partikelanzahl PN bei warmem Betriebszustand .....	58
4.2.2	Partikelmasse PM bei warmem Betriebszustand.....	58
4.2.3	Partikelmasse PM bei Kaltstarts.....	59
4.2.4	Zusammenfassung Partikelemissionen .....	60
4.3	Abgasemissionen.....	65
4.3.1	CO <sub>2</sub> Kohlenstoffdioxid .....	66
4.3.1.1	CO <sub>2</sub> -Emissionen bei warmem Betriebszustand .....	66
4.3.1.2	CO <sub>2</sub> -Emissionen durch Kaltstarts .....	67
4.3.1.3	CO <sub>2</sub> -Emissionen der Neufahrzeuge laut Herstellerangaben .....	67
4.3.1.4	Zusammenfassung CO <sub>2</sub> -Emissionen.....	69
4.3.2	CO Kohlenstoffmonoxid .....	74
4.3.2.1	CO-Emissionen bei warmem Betriebszustand .....	74
4.3.2.2	CO-Emissionen durch Kaltstarts .....	75
4.3.2.3	Zusammenfassung CO-Emissionen .....	76
4.3.3	SO <sub>2</sub> Schwefeldioxid .....	80
4.3.3.1	SO <sub>2</sub> -Emissionen bei warmem Betriebszustand .....	80
4.3.3.2	SO <sub>2</sub> -Emissionen durch Kaltstarts .....	81
4.3.3.3	Zusammenfassung SO <sub>2</sub> -Emissionen .....	81
4.3.4	NH <sub>3</sub> Ammoniak .....	86
4.3.4.1	NH <sub>3</sub> -Emissionen bei warmem Betriebszustand .....	86
4.3.4.2	Zusammenfassung NH <sub>3</sub> -Emissionen .....	87
4.3.5	NO <sub>x</sub> Stickoxide.....	89
4.3.5.1	NO <sub>x</sub> -Emissionen bei warmem Betriebszustand .....	89
4.3.5.2	Zusammenfassung NO <sub>x</sub> -Emissionen .....	90
4.3.5.3	NO <sub>2</sub> Stickstoffdioxid.....	92
4.3.5.4	N <sub>2</sub> O Distickstoffmonoxid.....	95

4.3.6	HC Kohlenwasserstoffe.....	98
4.3.6.1	HC-Emissionen bei warmem Betriebszustand.....	98
4.3.6.2	HC-Emissionen durch Kaltstarts.....	99
4.3.6.3	HC-Emissionen durch Verdampfung nach Motorabstellen .....	100
4.3.6.4	HC-Emissionen durch Verdampfung infolge von Tankatmung.....	100
4.3.6.5	Zusammenfassung HC-Emissionen .....	101
4.3.6.6	CH <sub>4</sub> Methan.....	106
4.3.6.7	NMHC Nicht-Methan-Kohlenwasserstoffe .....	113
4.3.6.8	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> Benzol .....	119
4.4	Zusammenfassung .....	128
4.4.1	Mittlerer Verbrauch bzw. Emissionen .....	129
4.4.2	Gesamter Verbrauch bzw. Emissionen .....	131
<b>5</b>	<b>VERWERTUNG DER ÖKOPRÄMIENALTFahrZEUGE .....</b>	<b>133</b>
5.1	Daten zu den Altfahrzeugen der Ökoprämie 2009 .....	134
5.1.1	Anzahl und Alter der verwerteten Altfahrzeuge .....	135
5.1.2	Weitergaben der Altfahrzeuge.....	136
5.1.3	Eigengewicht der Altfahrzeuge.....	137
5.2	Vorbehandlung, Trockenlegung und Shredder-Prozess .....	138
5.2.1	Vorbehandlung und Trockenlegung .....	139
5.2.2	Shredder-Prozess .....	140
5.3	Auswertung der Fahrzeugverwertung .....	141
5.3.1	Auswertung und Ergebnisse .....	143
5.3.2	Stoffflussanalyse.....	147
5.3.3	Rohstoffabfluss ins Ausland.....	149
<b>6</b>	<b>VOLKSWIRTSCHAFTLICHE ASPEKTE.....</b>	<b>151</b>
6.1	Monetäre Bewertung der Ökoprämie .....	151
6.1.1	Mineralölsteuer und Verbraucherpreis für Kraftstoffe .....	151
6.1.2	Normverbrauchsabgabe und Mehrwertsteuer bei Neuwagenkauf .....	153
6.1.3	Bewertung der CO <sub>2</sub> -Emissionsänderungen.....	155
6.1.4	Sekundärrohstoff Erlöse bzw. Entsorgungskosten.....	156
6.1.4.1	Verwertete Ökoprämienfahrzeuge.....	157
6.1.4.2	Rohstoffabfluss ins Ausland .....	158
6.2	Auswirkungen auf die personenbezogene Sicherheit .....	160
<b>7</b>	<b>ERGEBNISSE / DISKUSSION .....</b>	<b>163</b>
7.1	Allgemeine Aspekte .....	163
7.2	Ökologische Aspekte .....	164
7.3	Volkswirtschaftliche Aspekte.....	166
7.4	Empfehlungen.....	167
<b>8</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG .....</b>	<b>168</b>
8.1	Grundlagen der Ökoprämie.....	168
8.2	Datenaufbereitung .....	169

---

8.3	Ökologische Aspekte .....	170
8.4	Verwertung der Ökopremienaltfahrzeuge .....	171
8.5	Volkswirtschaftliche Aspekte.....	172
<b>9</b>	<b>VERZEICHNISSE .....</b>	<b>174</b>
9.1	Literaturverzeichnis.....	174
9.2	Abkürzungsverzeichnis .....	179
9.3	Tabellen.....	181
9.4	Abbildungen.....	185
<b>ANHANG 1</b>	<b>.....</b>	<b>I</b>
<b>ANHANG 2</b>	<b>.....</b>	<b>II</b>
<b>ANHANG 3</b>	<b>.....</b>	<b>V</b>

# 1 Einleitung

Mit dem Ökoprämiengesetz [1] (beschlossen am 26. März 2009 vom österreichischen Parlament) wurde eine Ökoprämie für einen Fahrzeugtausch in Österreich eingeführt, die auf 30.000 Fahrzeuge begrenzt war. Der geförderte Fahrzeugtausch beinhaltete die Verschrottung von Altfahrzeugen (Erstzulassung vor dem 1. Jänner 1996) und deren Ersatz durch Neufahrzeuge (Neuzulassung oder Jahreswagen) im Zeitraum vom 1. April 2009 bis längstens zum 31. Dezember 2009. Die Ökoprämie in der Höhe von 1.500 Euro wurde zur Hälfte vom Bundesministerium für Finanzen und zur anderen Hälfte von Seiten der Wirtschaft, vertreten durch die Pkw-Importeure, die Pkw-Händler und die ARGE-Shredder (zu unterschiedlichen Anteilen), getragen. Der Grundgedanke war, alte, schrottreife Fahrzeuge einer ordnungsgemäßen und 100 % gesetzeskonformen Verschrottung im eigenen Land zuzuführen, um die einheimische Wirtschaft und Rohstoffindustrie zu stärken.

Die gegenständliche Masterarbeit wurde durch den Arbeitskreis der Automobilimporteure, das Bundesgremium des Fahrzeughandels und die ARGE-Shredder GmbH in Auftrag gegeben, um nähere Informationen über die Ökoprämie 2009 in Bezug auf ihre Vor- und Nachteile aus ökologischer, ressourcenseitiger und wirtschaftlicher Sicht zu erhalten. Die Erkenntnisse dieser Arbeit können dabei helfen eventuelle, zukünftige Prämiensysteme zu optimieren.

Um ein Gesamtbild der Ökoprämie 2009 zu erhalten, werden in der vorliegenden Masterarbeit deren Aufbau und rechtlicher Hintergrund dargestellt, sowie einige Anreiz-Systeme zur Verschrottung von Altfahrzeugen in der Europäischen Union näher erläutert. Weiters werden Schlussfolgerungen aus anderen Publikationen zu Verschrottungsprämien und Zustandserhebungen von Fahrzeugbeständen angeführt.

Im Zuge der Ökoprämie 2009 wurden Daten in hoher Detaildichte erfasst. Die für die Erstellung dieser Masterarbeit verwendeten Daten mussten vor der Verarbeitung einer Aufbereitung unterzogen werden. In Folge jener Datenaufbereitung zeigte sich jedoch, dass einige Datensätze Lücken aufweisen, weshalb die Auswertungen nur in ihrer Größenordnung betrachtet werden können.

Zur Untersuchung der Auswirkungen aus ökologischer Sicht werden der Kraftstoffverbrauch, die Partikel- (Masse und Anzahl) und Abgasemissionen (CO<sub>2</sub>, CO, SO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, NO<sub>x</sub>, HC) der Alt- und Neufahrzeuge gegenübergestellt. Als Datengrundlage hierfür dient das „Handbuch für Emissionsfaktoren des Strassenverkehrs 3.1“ (HBEFA) [2], welches eine Vielzahl an Datensätzen zur Verfügung stellt.

Die Verwertung der Altfahrzeuge und die damit verbundenen Materialflüsse für die Betrachtung der ressourcenbezogenen Auswirkungen sind mithilfe einer Stoffflussanalyse dargestellt und berechnet. Überdies wird für die im Jahr 2009 nicht in Österreich behandelten Altfahrzeuge eine hypothetische Betrachtung des Rohstoffabflusses angestellt.

Für die wirtschaftliche Betrachtung der Ökoprämie 2009 werden Auswirkungen auf diverse Steuern (MöSt, NoVA, MwSt) untersucht, sowie der Einfluss der CO<sub>2</sub>-Emissionsänderungen

auf eventuelle Zertifikatskäufe beurteilt. Weiters werden die durch die Verwertung der Altfahrzeuge entstehenden Ressourcen monetär ausgewertet (Preissituation 2009). Diese Betrachtung wird wiederum hypothetisch für die nicht in Österreich verwerteten Altfahrzeuge durchgeführt. Als ein indirekt wirtschaftlicher Faktor werden die Entwicklung der personenbezogenen Sicherheit im Straßenverkehr und deren Effekte statistisch dargestellt.

## 1.1 Problemstellung

Nach Auslaufen der Ökoprämie 2009, welche in ihrem vollen Umfang von 30.000 bewilligten Anträgen ausgeschöpft wurde, kam es zu keiner Aufarbeitung, hinsichtlich ihrer Vor- und Nachteile, welche im Rahmen dieser Masterarbeit nachgeholt werden soll. Dabei waren die folgenden Punkte zu berücksichtigen:

- Es wurden bisher noch keine näheren Betrachtungen über die Veränderungen in ökologischer Hinsicht, wie die Entwicklung des Kraftstoffverbrauchs, der Partikelemissionen oder der Abgasemissionen durchgeführt.
- In Bezug auf die Verwertung der Ökoprämienfahrzeuge, sind nur die allgemeinen Daten, für alle in Österreich verwerteten Altfahrzeuge, bekannt. Eine Betrachtung der Ökoprämienfahrzeuge alleine ist nicht möglich.
- Die Steuereinnahmen, welche durch die Ökoprämie generiert wurden, können nicht quantifiziert werden, da hier keine Erhebungen durchgeführt wurden.
- Ebenso wurden keine Erhebungen zur gesteigerten Personensicherheit aufgrund des Ökoprämien-Fahrzeugtausches durchgeführt.

## 1.2 Zielsetzung

Ziel dieser Masterarbeit ist es, mehr Informationen über die Auswirkungen der Ökoprämie 2009 zu erlangen. Sie soll dazu dienen die Vor- und Nachteile der Ökoprämie 2009 in wirtschaftlichen und ökologischen Gesichtspunkten aufzuzeigen, um somit eine Basis für eventuelle, zukünftige Prämiensysteme zu schaffen. Dementsprechend werden in dieser Arbeit folgende Punkte beleuchtet:

- Allgemeine Aspekte:
  - Ist-Zustand 2009 in Bezug auf die Ökoprämie (Verkaufszahlen, Marktentwicklung usw.) für den Betrachtungsraum Österreich,
  - Vergleichsmodelle in der EU
- Ökologische Aspekte:
  - Vergleich zwischen Alt- und Neufahrzeugen (Kraftstoffverbrauch, Partikel- und Abgasemissionen, Verwertungsart etc.)
  - Life-Cycle-System auf unterschiedliche Wirkungskategorien (Treibhausgase, Staub, Sicherheit etc.)
- Volkswirtschaftliche Aspekte:
  - Steuerentwicklung (MöSt, MwSt, NoVA etc.)

- Monetäre Betrachtung der Auswirkungen von Fahrzeugneuanschaffungen hinsichtlich der Treibhausgasemissionen (Strafzahlungen)
- Sicherheit in Fahrzeugen



## 2 Grundlagen der Ökoprämie

In diesem Grundlagenkapitel werden in den ersten beiden Teilen der rechtliche Hintergrund sowie der Aufbau der Ökoprämie 2009 erläutert. Im dritten Teil wird auf diverse Verschrottungsprämienmodelle in der Europäischen Union (EU) eingegangen und ihre Eckdaten dargestellt. Publikationen zum Thema Verschrottungsprämie und deren wichtigste Ergebnisse sind im vierten Teil angeführt. Im letzten Teil dieses Kapitels werden die Marktsituationen in Österreich, Deutschland, der EU und weltweit vor und nach 2009 beleuchtet.

### 2.1 Rechtlicher Hintergrund

In diesem Unterkapitel werden die Schadstoffemissionsklassen definiert, das Ökoprämiengesetz erläutert sowie ausgewählte Paragraphen interpretiert. Des Weiteren wird eine Übersicht über die Definitionen von Altfahrzeugen in der EU, Österreich, Deutschland und dem Vereinigten Königreich gegeben.

#### 2.1.1 Ökoprämiengesetz

Das 28. Bundesgesetz, mit dem eine Ökoprämie für Fahrzeugtausch eingeführt wird, kurz Ökoprämiengesetz (StF: BGBl. I Nr. 28/2009, vgl. [1]), wurde am 29. März 2009 ausgegeben und stellt die rechtliche Grundlage für die Ökoprämie 2009 dar.

Im Ökoprämiengesetz sind die Voraussetzungen für eine Auszahlung, die Höhe der Ökoprämie, die Anforderungen an den Verschrottungsnachweis, sowie die Auszahlung der Ökoprämie an sich geregelt. Des Weiteren sind Strafbestimmungen zur rechtswidrigen Verwendung der Daten des Antragstellers vonseiten des Fahrzeughändlers enthalten.

#### Ökologische Aspekte

Die Verschrottung der Fahrzeuge im Inland laut § 2 Abs.1 Z 2 sichert eine ordnungsgemäße Verwertung der Altfahrzeuge durch die Shredderbetriebe und Teileverwerter in Österreich.

*„das Altfahrzeug muss nachweisbar einer Verschrottung im Inland zugeführt werden,“* [1]

Dies sichert einerseits die Rohstoffe in den Altfahrzeugen für den österreichischen Markt und gewährleistet andererseits eine umweltverträgliche Verwertung unter den hohen Standards in Österreich.

Als Voraussetzung für die Auszahlung der Ökoprämie war unter anderem laut § 2 Abs. 1 Z 3 die Schadstoffklasse Euro 4 als Mindeststandard angesehen.

*„auf den Antragsteller muss (...) ein Neufahrzeug zugelassen werden, dessen Typgenehmigung oder EU-Betriebserlaubnis zumindest auf die Schadstoffklasse Euro 4 lautet.“* [1]

Diese Regelung gewährleistet eine Verbesserung der Emissionswerte der Neufahrzeuge gegenüber den verschrotteten Fahrzeugen. Dies ist aber zugleich der einzige Punkt im Ökoprämiengesetz, der eine ökologische Verbesserung für die Neufahrzeuge fordert.

## Finanzielle Aspekte

Die Aufteilung der Ökoprämie von 1.500 Euro ist unter § 3 Abs. 1 geregelt.

*„Die Höhe der Ökoprämie beträgt 1.500 Euro, wobei sie je zur Hälfte vom Bund und zur Hälfte vom inländischen Fahrzeughändler (...) aufgebracht wird.“ [1]*

Die Beteiligung der Wirtschaft ist ein vernünftiger Konsens für die Ausschüttung einer Verschrottungsprämie. Die Last wird somit auf mehrere Schultern gelegt und es kommt zu keiner einseitigen Belastung der Wirtschaft oder des Staates.

## Nachweispflicht

Für den Bezug der Ökoprämie sind vom Fahrzeughändler der Verschrottungsnachweis und weiterführende Angaben über das Altfahrzeug zu erbringen. Dies wird unter § 4 Abs. 1 und 2 geregelt.

*„(1) Der inländische Fahrzeughändler, der das Neufahrzeug veräußert und das Altfahrzeug zur Verschrottung übernimmt, hat folgende Nachweise zu erbringen:*

- 1. Die Gültigkeit der Begutachtungsplakette gemäß § 57a Kraftfahrzeuggesetz für das Altfahrzeug,*
- 2. den Verwertungsnachweis für die Verschrottung des Altfahrzeuges im Inland,*
- 3. die Typengenehmigung bzw. EU-Betriebserlaubnis für zumindest die Schadstoffklasse Euro 4 für das Neufahrzeug.*

*(2) Der inländische Fahrzeughändler hat darüber hinaus die folgenden Angaben zu überprüfen und nachzuweisen:*

- 1. Die Zulassung des Altfahrzeuges auf den Antragsteller im Inland durchgehend seit mindestens einem Jahr,*
- 2. die erstmalige Zulassung des Altfahrzeuges zum Verkehr im Inland vor dem 1. Jänner 1996,*
- 3. der Zulassungsbesitzer des Neufahrzeuges ist dieselbe Person wie der Zulassungsbesitzer des Altfahrzeuges.“ [1]*

Diese Miteinbeziehung des Fahrzeughändlers in die Erbringung des Verschrottungsnachweises und die Überprüfung der Angaben laut § 4 Abs. 1 und 2 hilft auf staatlicher Seite den Verwaltungsaufwand zu minimieren. Diese Regelung stellt den Fahrzeughändler als greifbare Rechtsperson für eine Angabe von falschen Daten dar. Somit liegt bei einem Missbrauch der Fahrzeughändler als fassbare Rechtsperson vor.

### 2.1.2 Schadstoffklassen bzw. Euro-Emissionsklassen

Da sich die rechtlichen Grundlagen, wie z.B. das Ökoprämiengesetz, häufig auf die Schadstoffklassen bzw. Euro-Emissionsklassen, in weiterer Folge als Euroklassen oder Emissionsklassen bezeichnet, beziehen und sich Auswertungen im weiteren Verlauf dieser Arbeit häufig von diesen ableiten, werden sie hier definiert. Die Gesetzesgrundlage für die Regulierung der Abgasemissionen bildet die Richtlinie 70/220/EWG des Rates vom 20. März 1970 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über Maßnahmen gegen

die Verunreinigung der Luft durch Abgase von Kraftfahrzeugmotoren mit Fremdzündung. Die Überarbeitung dieser Richtlinie führte zu den in Tabelle 1 erläuterten Schadstoffklassen bzw. Emissionsklassen.

Tabelle 1: Gesetzliche Grundlagen der Emissionsklassen

Emissionsklasse	Gesetzliche Grundlage
Euro 0	Die in dieser Arbeit als Euro 0 bezeichneten Fahrzeuge werden vom Abgasemissionsstandard schlechter als Euro 1 angesehen. Hierzu gehören auch Fahrzeuge deren Abgasemissionen der RL 70/220/EWG entsprechen.
Euro 1	Eingeführt durch Richtlinie 91/441/EWG
Euro 2	Eingeführt durch Richtlinie 94/12/EG
Euro 3 und 4	Eingeführt durch Richtlinie 98/69/EG
Euro 5 und 6	Verordnung (EG) Nr. 715/2007 mit Umsetzung durch die VO EG 692/2008 und VO EG 459/2012

### 2.1.3 Definition von Altfahrzeug

In diesem Unterkapitel sind die Definitionen des Begriffes „Altfahrzeug“ der Europäischen Union (EU), Österreichs, Deutschlands und des Vereinigten Königreichs auf Basis der geltenden Gesetzgebung erläutert.

#### 2.1.3.1 Europäische Union

Nach der Richtlinie (RL) 2000/53/EG über Altfahrzeuge [3] unter Artikel (Art.) 2 Ziffer (Z) 2 sind Altfahrzeuge:

*„Fahrzeuge, die im Sinne von Artikel 1 Buchstabe a) der Richtlinie 75/442/EWG als Abfall gelten.“*

Die RL 75/442/EWG wurde durch die RL 2008/98/EG über Abfälle und zur Aufhebung bestimmter Richtlinien aufgehoben.

Altfahrzeuge fallen unter die Definition von Abfall, dieser Begriff bezeichnet nach RL 2008/98/EG [4] Art. 3 Z 2:

*„jeden Stoff oder Gegenstand, dessen sich sein Besitzer entledigt, entledigen will oder entledigen muss.“*

### 2.1.3.2 Österreich

Die Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über die Abfallvermeidung, Sammlung und Behandlung von Altfahrzeugen (Altfahrzeugeverordnung, StF: BGBl. II Nr. 407/2002, i.d.g.F. vgl. [5]) bezeichnet unter § 2 Abs 2 Altfahrzeuge als:

*„Fahrzeuge, die im Sinne von § 2 Abs. 1 AWG 2002, BGBl. I Nr. 102/2002, als Abfall gelten; Oldtimer gelten nicht als Altfahrzeuge im Sinne dieser Verordnung;“*

Im Bundesgesetz über eine nachhaltige Abfallwirtschaft (Abfallwirtschaftsgesetz 2002 – AWG 2002, StF: BGBl. I Nr. 102/2002 i.d.g.F. vgl. [6]) unter § 2 Abs. 1 ist der Abfallbegriff definiert, unter welchen Altfahrzeuge fallen:

*„§ 2. (1) Abfälle im Sinne dieses Bundesgesetzes sind bewegliche Sachen,*  
*1. deren sich der Besitzer entledigen will oder entledigt hat oder*  
*2. deren Sammlung, Lagerung, Beförderung und Behandlung als Abfall erforderlich ist,*  
*um die öffentlichen Interessen (§ 1 Abs. 3) nicht zu beeinträchtigen.“*

Die öffentlichen Interessen laut AWG 2002 [6] § 1 Abs. 3 sind:

*„(3) Im öffentlichen Interesse ist die Sammlung, Lagerung, Beförderung und Behandlung als Abfall erforderlich, wenn andernfalls*  
*1. die Gesundheit der Menschen gefährdet oder unzumutbare Belästigungen bewirkt werden können,*  
*2. Gefahren für Wasser, Luft, Boden, Tiere oder Pflanzen und deren natürlichen Lebensbedingungen verursacht werden können,*  
*3. die nachhaltige Nutzung von Wasser oder Boden beeinträchtigt werden kann,*  
*4. die Umwelt über das unvermeidliche Ausmaß hinaus verunreinigt werden kann,*  
*5. Brand- oder Explosionsgefahren herbeigeführt werden können,*  
*6. Geräusche oder Lärm im übermäßigen Ausmaß verursacht werden können,*  
*7. das Auftreten oder die Vermehrung von Krankheitserregern begünstigt werden können,*  
*8. die öffentliche Ordnung und Sicherheit gestört werden kann oder*  
*9. Orts- und Landschaftsbild sowie Kulturgüter erheblich beeinträchtigt werden können.“*

### 2.1.3.3 Deutschland

Die Verordnung über die Überlassung, Rücknahme und umweltverträgliche Entsorgung von Altfahrzeugen (Altfahrzeug-Verordnung – AltfahrzeugV) [7] bezeichnet unter § 2 Abs. 1 Z 2 Altfahrzeuge als:

*„Fahrzeuge, die Abfall nach § 3 Absatz 1 des Kreislaufwirtschaftsgesetzes sind.“*

Im Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Bewirtschaftung von Abfällen (Kreislaufwirtschaftsgesetz – KrWG) [8] unter § 3 Abs. 1 ist der Abfallbegriff definiert, unter welchen Altfahrzeuge fallen:

*„(1) Abfälle im Sinne dieses Gesetzes sind alle Stoffe oder Gegenstände, derer sich ihr Besitzer entledigt, entledigen will oder entledigen muss. Abfälle zur Verwertung sind Abfälle, die verwertet werden; Abfälle, die nicht verwertet werden, sind Abfälle zur Beseitigung.“*

### 2.1.3.4 Vereinigtes Königreich

Das Gegenstück zur Altfahrzeugverordnung in Österreich (The End-of-Life Vehicles Regulations 2003) verweist, in Bezug auf die Altfahrzeugdefinition, auf Art. 1 Lit. a) der Richtlinie 75/442/EWG welche durch die RL 2008/98/EG ersetzt wurde. (vgl. Kap. 2.1.3.1)

### 2.1.3.5 Vergleich der Definitionen

Die Definition auf europäischer Ebene ist die Basis für die Gesetzgebung der Nationalstaaten. Das Vereinigte Königreich verweist direkt auf die EU Richtlinie 75/442/EWG.

Die Unterschiede zwischen den Definitionen der Nationalstaaten sind sehr gering. Eine klare Definition für den Begriff Altfahrzeug gibt es in den betrachteten Ländern nicht. Es wird auf die allgemeine Gesetzgebung für Abfälle verwiesen.

## 2.2 Aufbau der Ökoprämie

In diesem Unterkapitel werden die Grundvoraussetzungen für die Ökoprämie 2009 laut dem Bundesgesetz, mit dem eine Ökoprämie für Fahrzeugtausch eingeführt wurde (Ökoprämiengesetz, Stammfassung: BGBl. I Nr. 28/2009, vgl. [1]) erläutert. Weiters wird die finanzielle Aufteilung auf die Geldgeber dargestellt.

### 2.2.1 Voraussetzungen

Die Ökoprämie war auf die Anzahl von 30.000 Personenkraftwagen (Pkw) und den Zeitraum von 1. April bis 31. Dezember 2009 festgelegt. Aufgrund der starken Nachfrage wurde das Kontingent an Fahrzeugen bereits am 8. Juli 2009 zur Gänze ausgeschöpft.

Die Ökoprämie 2009 unterlag diversen Beschränkungen. Ein Pkw musste vor dem 1. Jänner 1996 (Altfahrzeugalter >13 Jahre) im Inland erstmals zum Verkehr zugelassen sein. Für eine Gewährung der Ökoprämie durfte ein Pkw innerhalb des Vorjahres nicht im notwendigen

Betriebsvermögen eines Betriebes sein. Als Pkw waren alle Fahrzeuge der Klasse M1 mit Ausnahme von Wohnmobilen und Spezialkraftwagen zu verstehen. Fahrzeuge der Klasse M1 sind laut § 3 des Bundesgesetzes vom 23. Juni 1967 über das Kraftfahrwesen (Kraftfahrgesetzes 1967, KFG. 1967; BGBl. Nr. 267/1967 i.d.g.F. vgl. [9]) als Personen- und Kombinationskraftwagen zu verstehen. Sie gehören der Klasse M an, die alle Kraftfahrzeuge umfasst, die mindestens vier Räder besitzen. [1]

Das Altfahrzeug musste mindestens ein Jahr vor der Antragstellung ununterbrochen in Österreich angemeldet sein. Die Verschrottung des Altfahrzeuges hatte im Inland zu erfolgen, was mit einem Verwertungsnachweis gemäß der Altfahrzeugverordnung nachgewiesen werden musste. Der Kauf eines Neufahrzeuges oder eines Jahreswagens (längstens ein Jahr auf einen inländischen Fahrzeughändler zugelassen) bei einem inländischen Fahrzeughändler, welcher mindestens der Klasse Euro 4 zu entsprechen hatte, galt als verpflichtend. [1]

In Tabelle 2 sind die wichtigsten Eckdaten der Ökoprämie 2009 zusammengefasst.

Tabelle 2: Eckdaten zur Ökoprämie 2009 in Österreich

Bedingungen für positiven Prämienantrag	Prämie
Altfahrzeugalter >13 Jahre; Kauf eines Neufahrzeugs Kauf eines Jahreswagens (Gebrauchtwagenalter < 12 Monate und ein Halter)	€ 1.500

## 2.2.2 Höhe der Ökoprämie und Aufteilung

Die Höhe der Prämie für den Antragsteller betrug 1.500 Euro. Dieser Betrag wurde zu je einer Hälfte von staatlicher Seite und von Seite der Wirtschaft getragen. Die Aufteilung des Prämienbetrages ist in Abbildung 1 dargestellt. Der Beitrag der Wirtschaft von 750 Euro wurde zwischen dem Importeur, dem Händler und dem Shredderbetrieb aufgeteilt. Beim Kauf eines Neuwagens trug der Importeur den größten Anteil mit 500 Euro, der Händler beteiligte sich mit 180 Euro und der Shredderbetrieb mit 70 Euro. Beim Kauf eines Jahreswagens entfiel der Anteil des Importeurs auf den Händler, sprich 680 Euro für den Händler und 70 Euro auf den Shredderbetrieb. Alle genannten Beträge sind als Bruttobeträge (inkl. Mehrwertsteuer) zu verstehen.

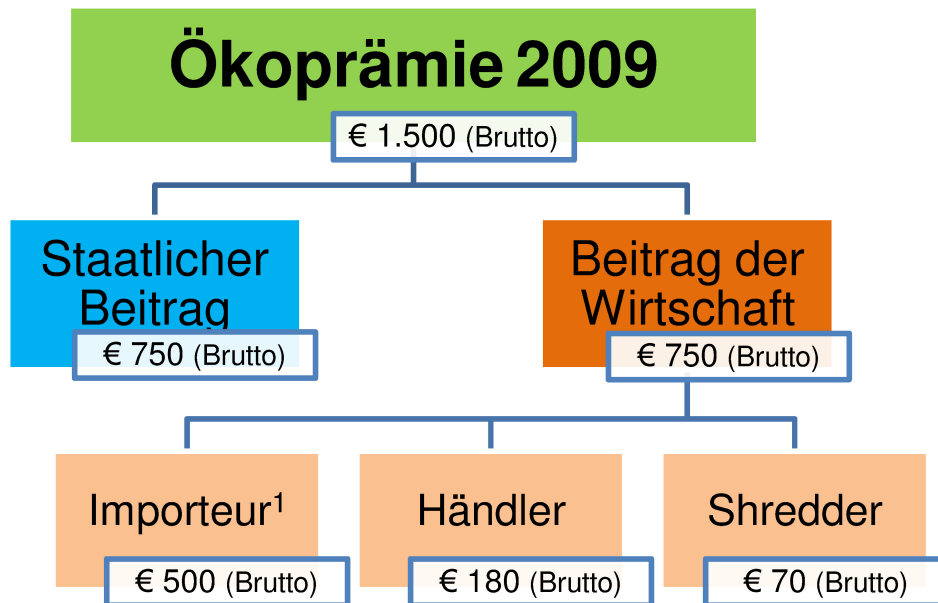


Abbildung 1: Aufteilung der Ökoprämie 2009 zwischen Staat und Wirtschaft.

1... Beim Kauf eines Vorführ- bzw. Serviceersatzfahrzeuges übernimmt der Händler den vollen Anteil des Importeurs.

Die Auszahlung der Ökoprämie erfolgte durch das für den inländischen Fahrzeughändler zuständige (Erhebung der Umsatzsteuer) Finanzamt. Der Fahrzeughändler hatte für die Überweisung der Ökoprämie an den Antragsteller folgende Daten über FinanzOnline zu übermitteln:

1. Name, Anschrift und Sozialversicherungsnummer des Antragstellers,
2. die Bankverbindung des Antragstellers,
3. die Fahrgestellnummern (Fahrzeugidentifikationsnummern) des Altfahrzeuges und des Neufahrzeuges,
4. die Nummer der Begutachtungsplakette gemäß § 57a Kraftfahrzeuggesetz.

Der Fahrzeughändler haftete für die Richtigkeit der Angaben. [1]

### 2.2.3 Verschrottungsnachweis

Der Verschrottungsnachweis für das Altfahrzeug hatte vom Fahrzeughändler erbracht zu werden, welcher das Neufahrzeug verkaufte. Der Verschrottungsnachweis musste folgende Punkte enthalten:

1. Die Gültigkeit der Begutachtungsplakette gemäß § 57a Kraftfahrzeuggesetz für das Altfahrzeug,
2. den Verwertungsnachweis für die Verschrottung des Altfahrzeuges im Inland,
3. die Typengenehmigung bzw. EU-Betriebserlaubnis für zumindest die Schadstoffklasse Euro 4 für das Neufahrzeug. [1]



Die Überprüfung der folgenden Angaben auf Richtigkeit oblag ebenfalls dem Fahrzeughändler:

1. Die Zulassung des Altfahrzeuges auf den Antragsteller im Inland durchgehend seit mindestens einem Jahr,
2. die erstmalige Zulassung des Altfahrzeuges zum Verkehr im Inland vor dem 1. Jänner 1996,
3. der Zulassungsbesitzer des Neufahrzeuges ist dieselbe Person wie der Zulassungsbesitzer des Altfahrzeuges. [1]

## 2.3 Vergleichsmodelle in der EU

In diesem Unterkapitel werden der Ökoprämie ähnliche Anreiz-Systeme für die Verschrottung von Altfahrzeugen in diversen EU Ländern erläutert. Die meisten Verschrottungsprämien wurden im Zuge der Wirtschaftskrise 2009 eingeführt. In manchen Ländern, wie zum Beispiel in Italien oder in Frankreich, stellten diese Prämien aber nur veränderte Versionen bereits laufender Prämiensysteme dar. Es wurden auch Prämiensysteme für den Neukauf von Fahrzeugen ohne die zwingende Verschrottung eines Altfahrzeugs eingerichtet.

### 2.3.1 Deutschland

Das in Deutschland unter dem Namen Umweltprämie, besser bekannt als „Abwrackprämie“, eingeführte Anreiz-System zur Verschrottung von Altfahrzeugen und dem Kauf eines neuen Pkw wurde am 14. Jänner 2009 verabschiedet. Diese Umweltprämie stellt einen Teil vom „Pakt für Beschäftigung und Stabilität in Deutschland“ dar. Als Ziele der Förderung wurden die Reduzierung der Schadstoffemissionen und eine Stärkung der Nachfrage an Neufahrzeugen gesehen.

Die anfangs zur Verfügung gestellten Mittel von 1,5 Mrd. Euro wurden im Mai 2009 auf fünf Mrd. Euro aufgestockt und im Zeitraum vom 14. Jänner 2009 bis zum 02. September 2009, nach etwa 1,95 Mio. bewilligten Anträgen ausgeschöpft. Die Prämie richtete sich an private Personen, die ein Altfahrzeug, älter als neun Jahre, verschrotteten und im Gegenzug einen Neu- oder Jahreswagen (Gebrauchtwagenalter < 14 Monate und ein Halter) anschafften. Die Frist für die Zulassung des Neufahrzeuges und die Verschrottung des Altfahrzeuges war der 30. Juni 2010. [10]

In Tabelle 3 sind die Eckdaten der Verschrottungsprämie in Deutschland ersichtlich.

Tabelle 3: Eckdaten zur Umweltprämie in Deutschland [10]

Bedingungen für positiven Prämienantrag	Prämie
Altfahrzeugalter >9 Jahre; Kauf eines Neufahrzeugs Kauf eines Jahreswagens (Gebrauchtwagenalter < 14 Monate und ein Halter)	€ 2.500



### 2.3.2 Italien

In Italien gab es bereits vor 2009 diverse Verschrottungsprämien, nämlich fünf seit 1997. Am 10. Februar 2009 beschloss die italienische Regierung unter dem Titel „Urgent measures to support industrial sectors in crisis“ ein Dekret, unter welchem auch die Verschrottungsprämie lief. Das Ziel war, den Fahrzeugbestand an Pkw und leichten Nutzfahrzeugen (LCV) zu erneuern. Die Initiative galt für die Verschrottung und den Neukauf von Pkw und LCV mit einem Gesamtgewicht von bis zu 3,5 t. Die Anschaffung von gebrauchten Fahrzeugen wurde nicht gefördert. Die verschrotteten Fahrzeuge mussten älter als neun Jahre sein, d.h. eine Erstanmeldung vor dem 1. Jänner 2000 aufweisen. Der Neuwagen durfte nicht mehr als 140 g CO<sub>2</sub>/km für Fahrzeuge mit Benzinmotoren und 130 g CO<sub>2</sub>/km für Fahrzeuge mit Dieselmotoren emittieren. Für LCV gab es keine derartigen Beschränkungen. Für alternative Treibstoffe, wie Flüssig- oder Erdgas, Wasserstoff bzw. Strom, konnte die Prämie auch ohne die Verschrottung eines Altfahrzeuges in Anspruch genommen werden. Bedingung hierfür war ein CO<sub>2</sub>-Ausstoß unter 120 g/km. Diese Initiativen stellen die Fortsetzung eines Drei-Jahre-Programms, zum Kauf von alternativ angetriebenen Fahrzeugen dar, welches im Zeitraum vom 1. Jänner 2007 bis 31. Dezember 2009 stattfand. Allerdings wurden die Prämien, abhängig vom CO<sub>2</sub>-Ausstoß, zum Teil erhöht. [11]

Der Zeitraum, in dem die Verschrottungsprämie in Anspruch genommen werden konnte, war von 7. Februar bis 31. Dezember 2009. Eine Neuanmeldung war bis spätestens 31. März 2010 möglich, vorausgesetzt der Kaufvertrag wurde im Zeitraum vom 7. Februar bis 31. Dezember 2009 unterzeichnet. Hiermit wurden längere Lieferzeiträume ausgeglichen. [11]

In Tabelle 4 und Tabelle 5 sind die Eckdaten der Verschrottungsprämie in Italien ersichtlich.

Tabelle 4: Eckdaten zur Pkw Verschrottungsprämie und dazu kombinierbaren Prämiensystemen in Italien [11]

Bedingungen für positiven Prämienantrag mit Verschrottung	Prämie
Altfahrzeugalter >9 Jahre; Neufahrzeug Euro 4 und höher bzw. max. 130 g CO <sub>2</sub> /km (Diesel) od. max. 140 g CO <sub>2</sub> /km (andere Treibstoffe);	€ 1.500
Bedingungen für positiven Prämienantrag ohne Verschrottung <sup>1</sup>	Prämie
Neufahrzeug Treibstoffe: Erdgas, Wasserstoff od. Strom und > 120 g CO <sub>2</sub> /km <sup>1</sup>	€ 1.500
Neufahrzeug Treibstoffe: Erdgas, Wasserstoff od. Strom und exakt 120 g CO <sub>2</sub> /km <sup>1</sup>	€ 3.000
Neufahrzeug Treibstoffe: Erdgas, Wasserstoff od. Strom und < 120 g CO <sub>2</sub> /km <sup>1</sup>	€ 3.500
Neufahrzeug Treibstoff: Flüssiggas <sup>1</sup>	€ 1.500
Neufahrzeug Treibstoff: Flüssiggas und < 120 g CO <sub>2</sub> /km <sup>1</sup>	€ 2.000

1... Die Bedingungen des Neufahrzeuges können mit einer Verschrottung kombiniert werden.

Tabelle 5: Eckdaten zur LCV Verschrottungsprämie und dazu kombinierbaren Prämiensystemen in Italien [11]

Bedingungen für positiven Prämienantrag mit Verschrottung	Prämie
Altfahrzeugalter >9 Jahre	€ 2.500
Bedingungen für positiven Prämienantrag ohne Verschrottung <sup>1</sup>	Prämie
Neufahrzeug Treibstoff: Erdgas <sup>1</sup>	€ 4.000
Neufahrzeug Treibstoffe: Flüssiggas, Wasserstoff oder Strom <sup>1</sup>	€ 1.500
Neufahrzeug Treibstoffe: Flüssiggas, Wasserstoff od. Strom und < 120 g CO <sub>2</sub> /km <sup>1</sup>	€ 2.000

1... Die Bedingungen des Neufahrzeuges können mit einer Verschrottung kombiniert werden.

### 2.3.3 Frankreich

In Frankreich wurde im Dezember 2007 ein neues CO<sub>2</sub>-Besteuerungssystem für den Kauf von Neuwagen eingeführt. Es handelte sich um ein Bonus-Malus-System, bei dem Neufahrzeuge mit einer Emission unter 131 g CO<sub>2</sub>/km einen Bonus und Neufahrzeuge über 160 g CO<sub>2</sub>/km einen Malus erhielten. Für Neufahrzeuge im Bereich dazwischen änderte sich nichts. Zusätzlich wurde eine Verschrottungsprämie von 300 Euro für Altfahrzeuge vergeben, die ein höheres Alter als 15 Jahre aufwiesen, wenn das Neufahrzeug weniger als 160 g CO<sub>2</sub>/km emittierte. [11]

Im Zeitraum von 4. Dezember 2008 bis 31. Dezember 2009 wurde die Verschrottungsprämie auf 1.000 Euro aufgestockt. Zielgruppe dieses Förderungsprogramms waren private Personen und Firmen. Die Prämie galt für Pkw und LCV. Während neue Pkw weniger als 160 g CO<sub>2</sub>/km emittieren mussten, gab es für LCV keine CO<sub>2</sub>-Emissionsbeschränkung. Ursprünglich hatte die Rechnung für das Neufahrzeug bis zum 31. Dezember 2009 vorzuliegen. Diese Regelung wurde für bis zum 31. Dezember 2009 bestellte Neufahrzeuge erweitert, die Rechnung musste bis zum 31. März 2010 gestellt sein. Ein LCV sollte älter als zehn Jahre sein, zudem in Frankreich registriert, versichert und mindestens sechs Monate im Besitz des Käufers. Die Funktionsfähigkeit des LCV wurde vorausgesetzt. [11]

Im Dezember 2009 wurde die Prämie, unter denselben Bezugsbedingungen, auf 2010 verlängert. Die Prämie wurde schrittweise auf 700 Euro bis Ende Juni 2010 und 500 Euro bis Ende Dezember 2010 gesenkt. Hiermit wurde ein abklingender Ausstieg aus der Prämie ermöglicht. [11]

Das Budget wurde anfangs mit 220 Mio. Euro veranschlagt, im Juni 2009 waren 175 Mio. Euro bereits vergeben. Von staatlicher Seite wurde daraufhin versichert, dass alle verschrotteten Fahrzeuge eine Prämie erhalten und das Erreichen der 220 Mio. Euro nicht das Ende des Prämienprogramms bedeutet. Ende August 2009 waren bereits 390 Mio. Euro vergeben und am 23. Dezember 2009 erreichte die Vergabesumme 575 Mio. Euro. Aufgrund der längeren Inanspruchnahme (Bestelldatum bis 31. Dezember 2009) kann angenommen werden, dass die Summe im Jahr 2009 an die 600 Mio. Euro erreichte. [11]

In Tabelle 6 und Tabelle 7 sind die Eckdaten der Verschrottungsprämie in Frankreich ersichtlich.

Tabelle 6: Eckdaten zur Pkw Verschrottungsprämie in Frankreich [11]

Bedingungen für positiven Prämienantrag	Prämie
Altfahrzeugalter >10 Jahre; Neufahrzeug max. Emission von 160 g CO <sub>2</sub> /km;	€ 1.000

Tabelle 7: Eckdaten zur LCV Verschrottungsprämie in Frankreich [11]

Bedingungen für positiven Prämienantrag	Prämie
Altfahrzeugalter >10 Jahre	€ 1.000

### 2.3.4 Rumänien

Rumänien hatte bereits seit 2003 verschiedene Anreizsysteme für die Fahrzeugverschrottung. Diese Maßnahmen trugen dazu bei, dass sich die Anzahl der Fahrzeuge, die älter als 20 Jahre waren, im Fahrzeugbestand von 25 % auf 6 % verringerte. [11]

Die 2009 eingeführte Verschrottungsprämie, welche Rabla genannt wurde, teilte sich in drei Stufen auf. Jede der drei Stufen hatte 20.000 Fahrzeuge als festgelegte Grenze.

- Die erste Stufe (20. März bis 29. Mai 2009) war auf Pkw beschränkt und das Neufahrzeug musste bar bezahlt werden. Pro Person konnte nur ein Neufahrzeug die Prämie erhalten.
- Die zweite Stufe (1. Juni bis 31. August 2009) erlaubte den Kauf mittels eines Kredits oder eines Leasing-Vertrags. Pro Person konnte nur ein Neufahrzeug die Prämie erhalten.
- Am 3. Juni 2009 wurde die Beschränkung auf ein Neufahrzeug pro Person, welches die Prämie erhalten konnte, aufgehoben. Weiters wurden LCV bis 3,5 t in das Prämiensystem aufgenommen. Diese Regelungen traten mit der dritten Stufe (1. September bis 11. Dezember 2009) in Kraft. [11]

Die Bedingungen für die Gewährung der Prämie waren ein Mindestalter von zehn Jahren, die Funktionstüchtigkeit und eine Anmeldung des Altfahrzeuges in Rumänien vor dem 31. Dezember 2006. [11]

Die Verschrottungsprämie 2009 betrug 3.800 Lei, was ca. 900 Euro entsprach. Dies stellt eine Erhöhung der Prämie von den vorangegangenen Prämien dar, welche 3.000 Lei betragen. Dies lässt sich aber durch eine inflationsbedingte Anpassung erklären, um eine Prämienwirksamkeit zu erhalten. [11]

Für die angestrebte Verschrottung von 60.000 Fahrzeugen wurden 228 Mio. Lei bereitgestellt. Aufgrund der geringen Nachfrage wurde die Prämie nur für 32.327 Fahrzeuge in Anspruch genommen. Dies war mit Kosten von ca. 122,8 Mio. Lei (ca. 30 Mio. Euro) verbunden. [11]

Die Verschrottungsprämie wurde für 2010 unter ähnlichen Bedingungen wie 2009 verlängert. Die Veränderung war, dass der Besitzer des verschrotteten Fahrzeugs nicht mehr zwingend der Käufer des Neuwagens sein musste. Eine Kombination von bis zu drei Altfahrzeugen zum Kauf von einem Neuwagen wurde erlaubt. Für Unternehmen wurde die Möglichkeit der Kombination von mehr als drei Fahrzeugen in Erwägung gezogen. Für alte Traktoren und Landwirtschaftsmaschinen galten noch bessere Konditionen. [11]

In Tabelle 8 sind die Eckdaten der Verschrottungsprämie in Rumänien ersichtlich.

Tabelle 8: Eckdaten zur Pkw Verschrottungsprämie in Rumänien [11]

Bedingungen für positiven Prämienantrag	Prämie
Altfahrzeugalter >10 Jahre	3.800 Lei (ca. € 900)

### 2.3.5 Slowakei

In der Slowakei wurden 2009 zwei Verschrottungsprämien, im März (9. Bis 25.) und April (9. Bis 14.), eingerichtet. Die Prämien richteten sich an private Personen und Unternehmen, die Fahrzeuge verschrotten ließen, die älter als zehn Jahre waren und einen Neuwagen kauften. Der Preis des Neuwagens durfte nicht über 25.000 Euro liegen. Das verschrottete Fahrzeug musste die letzten zehn Jahre in Gebrauch sein und vor dem 31. Dezember 2008 in der Slowakei gemeldet sein. Anfangs war der Erhalt der Prämie an ein zweijähriges Verkaufsverbot geknüpft, welches aber wieder aufgehoben wurde. Ein klassisches Leasing-Modell war für den Bezug der Prämie nicht erlaubt. Dieses Problem wurde aber durch eine Übereinkunft von einigen Leasingunternehmen mit dem Staat über andere Finanzierungsmodelle gelöst, welche den Erhalt der Verschrottungsprämie ermöglichten. [11]

Der Antragssteller hatte sein altes Fahrzeug bei einem autorisierten Fahrzeugverwerter zu übergeben und bekam eine Übergabebestätigung. Mit der Bestätigung konnte direkt beim Fahrzeughändler ein Preisnachlass erhalten werden. Der Fahrzeughändler forderte die Verschrottungsprämie vom slowakischen Wirtschaftsministerium ein. Die Bestätigung der Verschrottung hatte eine Gültigkeitsdauer von bis zu sieben Monaten nach der Ausstellung. Bei der Anschaffung eines Neufahrzeuges musste die Bestellung, Lieferung und Anmeldung allerdings bis spätestens 31. Dezember 2009 erfolgen. [11]

Die veranschlagten Gesamtausgaben für die zwei Verschrottungsprämien im Jahr 2009 betragen 55,3 Mio. Euro, davon 33,2 Mio. für die im März erfolgte und 22,1 Mio. für die im April erfolgte Verschrottungsinitiative. [11]

In Tabelle 9 sind die Eckdaten der Verschrottungsprämie in der Slowakei ersichtlich.

Tabelle 9: Eckdaten zur Pkw Verschrottungsprämie in der Slowakei [11]

Bedingungen für positiven Prämienantrag (März)	Prämie
Altfahrzeugalter >10 Jahre; Neufahrzeug max. Kaufpreis von € 25.000;	€ 1.000
Altfahrzeugalter >10 Jahre; Neufahrzeug max. Kaufpreis von € 25.000; Händler reduziert den Kaufpreis des Neufahrzeugs um € 500;	€ 1.500 (€ 2.000) <sup>1</sup>
Bedingungen für positiven Prämienantrag (April)	Prämie
Altfahrzeugalter >10 Jahre; Neufahrzeug max. Kaufpreis von € 25.000; Händler übernimmt € 1.000 der Prämie für das Neufahrzeug;	€ 2000

1... Prämie für den Käufer eines Neufahrzeugs

### 2.3.6 Weitere Verschrottungsprämien in der EU

In diesem Unterkapitel sind die Eckdaten der Verschrottungsprämien weiterer EU Mitgliedsländer zusammengefasst. Die Eckdaten zu Griechenland (Tabelle 10), Irland (Tabelle 11), Luxemburg (Tabelle 12), den Niederlanden (Tabelle 13), Spanien (Tabelle 14), den Vereinigten Königreich (Tabelle 15) und Zypern (Tabelle 16) sind, alphabetisch geordnet, in den folgenden Tabellen ersichtlich.

Tabelle 10: Eckdaten zur Pkw Verschrottungsprämie in Griechenland [11]

Griechenland		
Zeitraum	30. September bis 2. November 2009	
Bedingungen für positiven Prämienantrag	Prämie	
Altfahrzeug älter als Euro 3; Neufahrzeugkauf nicht verpflichtend;	Hubraum Alt-Kfz bis 900 cm <sup>3</sup>	€ 500
	Hubraum Alt-Kfz 901 bis 1400 cm <sup>3</sup>	€ 1.000
	Hubraum Alt-Kfz 1401 bis 2000 cm <sup>3</sup>	€ 1.500
	Hubraum Alt-Kfz 2001 bis 2400 cm <sup>3</sup>	€ 1.800
	Hubraum Alt-Kfz über 2401 cm <sup>3</sup>	€ 2.200
neu Pkw Euro 4 oder 5 und Gebrauchtwagen Euro 4; ohne Verschrottung eines Altfahrzeuges;	€ 1.000	
neues LCV unter 3,5 t; ohne Verschrottung eines Altfahrzeuges;	€ 1.540	

Tabelle 11: Eckdaten zur Pkw Verschrottungsprämie in Irland [11]

<b>Irland</b>		
Zeitraum	1. Jänner bis 31. Dezember 2010	
Bedingungen für positiven Prämienantrag		Prämie
Altfahrzeugalter >15 Jahre; Neufahrzeug max. Emission von 140 g CO <sub>2</sub> /km;		€ 1.500

Tabelle 12: Eckdaten zur Pkw Verschrottungsprämie in Luxemburg [11]

<b>Luxemburg</b>		
Zeitraum	1. Jänner 2009 bis 31. Juli 2010	
Bedingungen für positiven Prämienantrag		Prämie
Altfahrzeugalter >10 Jahre; Verschrottungsnachweis; das Altfahrzeug muss mind. 12 Monate im Besitz des Halters sein und 6 Monate versichert; neue Dieselfahrzeuge: Partikelemissionen von unter 5 mg/km;	Neufahrzeug max. 120 g CO <sub>2</sub> /km	€ 2.500
	Neufahrzeug zw. 121 und 150 g CO <sub>2</sub> /km od. 160 g CO <sub>2</sub> /km für 6 Sitz-plätze, Behindertengerecht-, E- und Hybrid Autos	€ 1.500

Tabelle 13: Eckdaten zur Pkw Verschrottungsprämie in den Niederlanden [12]

<b>Niederlande</b>		
Zeitraum	2009 bis 2010	
Bedingungen für positiven Prämienantrag		Prämie
Altfahrzeug Benzin oder LCV; Neufahrzeug < 8 Jahren;	Altfahrzeugalter >19 Jahre;	€ 750
	Altfahrzeugalter zwischen > 13 und >19 Jahre;	€ 1.000
Altfahrzeug Diesel oder LCV; Altfahrzeugalter >9 Jahre; Neufahrzeug mit Partikelfilter;	Alt-Pkw	€ 1.000
	Alt-LCV unter 1.800 kg	€ 1.000
	Alt-LCV über 1.800 kg	€ 1.750

Tabelle 14: Eckdaten zur Pkw Verschrottungsprämie in Spanien [12]

<b>Spanien</b>	
Zeitraum	1. Dezember 2008 bis 1. Oktober 2010 (Plan VIVE) 18. Mai 2009 bis 18. Mai 2010 (Plan 2000E)
Bedingungen für positiven Prämienantrag (Plan VIVE)	Prämie
Altfahrzeugalter >10 Jahre oder > 250.000 km; max. Kaufpreis von € 30.000 neu Pkw emittieren unter 140 g CO <sub>2</sub> /km; neu LCV emittieren unter 160 g CO <sub>2</sub> /km; Gebrauchtwagenkauf ( Alter ≤ 5 Jahre) möglich wenn Altfahrzeug ≥ 15 Jahre;	zinsfreies Darlehen bis zu € 10.000
Bedingungen für positiven Prämienantrag (Plan 2000E)	Prämie
Altfahrzeugalter >10 Jahre für Neuwagenkauf; Altfahrzeugalter >12 Jahre für Gebrauchtwagenkauf ( alter ≤ 5 Jahre); Neufahrzeug max. Kaufpreis von € 30.000 neu Pkw emittieren unter 149 g CO <sub>2</sub> /km; neu LCV emittieren unter 160 g CO <sub>2</sub> /km;	€ 2.000

Tabelle 15: Eckdaten zur Pkw Verschrottungsprämie im Vereinigten Königreich [11]

<b>Vereinigtes Königreich</b>	
Zeitraum	18. Mai 2009 bis Februar 2010
Bedingungen für positiven Prämienantrag	Prämie
Pkw oder LCV; Altfahrzeugalter >10 Jahre;	£ 2.000 (ca.€ 2.250)

Tabelle 16: Eckdaten zur Pkw Verschrottungsprämie in Zypern [11]

<b>Zypern</b>	
Zeitraum	9 Monate im Jahr 2009
Bedingungen für positiven Prämienantrag	Prämie
Altfahrzeugalter >15 Jahre; angemeldetes Altfahrzeug; Neufahrzeug nicht verpflichtend;	€ 257
Altfahrzeugalter >15 Jahre; angemeldetes Altfahrzeug, letzten 12 Monate verkehrstauglich; Neufahrzeug nicht verpflichtend;	€ 684
Altfahrzeugalter >15 Jahre; angemeldetes Altfahrzeug, letzten 12 Monate verkehrstauglich; Neufahrzeug verpflichtend, Verbrauch unter 7 L/100 km;	€ 1.283
Altfahrzeugalter >15 Jahre; angemeldetes Altfahrzeug, letzten 12 Monate verkehrstauglich; Neufahrzeug verpflichtend, Verbrauch unter 5 L/100 km;	€ 1.710



## 2.4 Publikationen zu Verschrottungsprämien

In diesem Unterkapitel soll ein kurzer Überblick über Publikationen, die sich mit der Umweltprämie in Deutschland beschäftigen und Publikationen aus dem europäischen Raum, die sich mit Verschrottungsprämien befassen, gegeben werden. In Österreich gibt es bislang keine Publikationen zu diesem Thema, die erwähnt werden könnten.

### 2.4.1 Deutschland

In Deutschland wurden mehrere Studien zur Umweltprämie im Jahr 2009 durchgeführt. Die hier erwähnten sind das Gutachten „Abwrackprämie und Umwelt – eine erste Bilanz“, erstellt durch das ifeu – Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH, für das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) [10] und der „Abschlussbericht – Umweltprämie“ des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA). [13]

Das ifeu Gutachten stellt eine Betrachtung der Umweltprämie in Bezug auf ökologische Aspekte dar. Der Abschlussbericht – Umweltprämie behandelt hauptsächlich die Umsetzung der Ökoprämie und die statistische Auswertung der aufgezeichneten Daten.

#### **Schlussfolgerungen aus „Abwrackprämie und Umwelt – eine erste Bilanz“**

Das Ziel, einen schnell wirkenden Marktimpuls zu setzen, wird als erreicht angesehen. Ähnliche Maßnahmen in anderen Staaten, wie z.B. in Österreich, wurden als Wirkungsverstärker erkannt. Die Neufahrzeuge weisen eine geringere Luftschadstoffemission als die Altfahrzeuge auf. Dies ist darauf zurückzuführen, dass der Anteil der Fahrzeugsegmente mit relativ geringer Fahrzeuggröße, Leistung und Verbrauch rund 85 % der Neukäufe durch die Umweltprämie ausmachten. Das Alter der verschrotteten Fahrzeuge unterschied sich nicht merklich von ansonsten in Deutschland verschrotteten Altfahrzeugen. Die Luftschadstoffemissionen der Neufahrzeuge sind im Schnitt 74 – 99 % geringer als die der Altfahrzeuge. Der Treibstoffverbrauch der Neufahrzeuge liegt rund 1 L/100km unter dem Vergleich zu den Vorjahres-Pkw. Die CO<sub>2</sub>-Emissionen sind bei den Neufahrzeugen ca. 20 % niedriger als bei den Altfahrzeugen. Weiters weisen die Neufahrzeuge eine geringere Lärmemission auf. Die „ökologische Restschuld“ durch die frühzeitige Verschrottung wird aufgrund der Überlegenheit der Neufahrzeuge, aus ökologischer Sicht, in weniger als einem Jahr abgetragen. Die Käufer nutzen die Prämie zum Kauf eines kleinen, modernen und effizienten Pkw, anstatt einen Gebrauchtwagen zu kaufen. Dies führte zu einem Marktwandel zu niedriger verbrauchenden Pkw. [10]

#### **Schlussfolgerungen aus „Abschlussbericht – Umweltprämie“**

Die Umweltprämie wird als voller Erfolg für das BAFA gesehen. Das BAFA sieht seine Kompetenz als moderner Dienstleister bestätigt und sieht sich als Instrument für die Durchführung wirtschaftspolitischer Maßnahmen etabliert. [13]



## 2.4.2 Europäische Union

Auf europäischer Ebene wurden mehrere Studien zu diversen Verschrottungsprämien durchgeführt. Die hier erwähnten sind „Automobilindustrie Europa – Aktuelle und künftige Entwicklung der Europäischen Automobilindustrie“, herausgegeben vom Office Suisse d'Expansion Commerciale (Osec) [14] und das „Assessment 24ft he Effectivenes of Scrapping Schemes for Vehicles“, erstellt durch IHS Global Insight für die Europäische Kommission, GD Unternehmen und Industrie, Automobilindustrie. [11]

In der Studie über die Automobilindustrie in Europa wird die Marktsituation 2009 allgemein beschreiben. Es wird auch auf staatliche Subventionsprogramme eingegangen, sowie auf die Verschrottungsprämien weltweit. Die IHS Global Studie stellt alle in der EU und weltweit umgesetzten Verschrottungsprämien dar.

### **Schlussfolgerungen aus „Automobilindustrie Europa – Aktuelle und künftige Entwicklung der Europäischen Automobilindustrie“**

Der Automobilmarkt in den westeuropäischen Ländern, die eine Verschrottungsprämie eingeführt haben, profitierte trotz der Finanzkrise. Die Wachstumsraten in Deutschland (27 %), Österreich (5,4 %) und Frankreich (1,1 %) fielen positiv aus. In den anderen Ländern wurde der Einbruch der Verkaufszahlen abgeschwächt. Die Hersteller von Kleinfahrzeugen hatten den größten Nutzen aus den Verschrottungsprämien. Ein Einbruch des Absatzes an Neuwagen wird für 2010 erwartet. [14]

### **Schlussfolgerungen aus „Assessment 24ft he Effectivenes of Scrapping Schemes for Vehicles“**

Die Verschrottungsprämien waren ein wichtiger Faktor, um die Eurozone vor einer Rezession zu bewahren. Im dritten Quartal wuchs die Wirtschaftsleistung um 0,4 %. Die Hilfestellung für die Automobilindustrie war erfolgreich. Es gab weit weniger Insolvenzen in der Automobilzulieferindustrie als erwartet wurden.

Das durchschnittliche Neufahrzeug 2009 emittierte 135,9 g CO<sub>2</sub>/km, was um 18 g CO<sub>2</sub>/km weniger war als das durchschnittliche Neufahrzeug 2008. Aufgrund der schlechten Datenlage wird geschätzt, dass die durchschnittlichen Emissionen an CO<sub>2</sub>, auf den gesamten EU Markt bezogen, bei 145 g CO<sub>2</sub>/km liegen. In der EU wurden 1,05 Mio. Tonnen an CO<sub>2</sub>, als direkte Folge der Verschrottungsprämien, im Jahr 2009 eingespart. Weitere CO<sub>2</sub>-Einsparungen in den Folgejahren sind zu erwarten (2010: 1,79 Mio. Tonnen an CO<sub>2</sub> und 2011: 2,3 Mio. Tonnen an CO<sub>2</sub>). Durch die Verschrottungsprämien wurden über eine Million Altfahrzeuge der Klasse Euro 1 bzw. unter Euro 1 und fast eine Million Altfahrzeuge der Klasse Euro 2 verschrottet. Diese wurden durch 84 % Euro 4 und 16 % Euro 5 Neufahrzeuge ersetzt. Die Sicherheitsstandards wurden durch die größere Anzahl an Fahrzeugen mit Airbags, ABS und ESC erhöht.

Des Weiteren wird auf die Probleme eingegangen, die durch eine Verschrottungsprämie auftreten können und Empfehlungen abgegeben, wie zukünftige Verschrottungsprämien aussehen könnten. [11]

## 2.5 Zustandserhebung der Fahrzeugbestände in Österreich, Deutschland, der EU und weltweit

In diesem Unterkapitel wird die Entwicklung des Bestandes an Kfz und Pkw, sowie die Neuzulassungen von Pkw in Österreich, Deutschland und der EU dargestellt. Die Datenlage für eine aussagekräftige Darstellung auf Ebene der EU war nicht in geeigneter Form verfügbar. Dies begründet sich durch lückenhafte Datenmeldungen der EU Mitgliedsstaaten.

### 2.5.1 Fahrzeugbestand in Österreich

Der Kfz-Bestand in Österreich ist vom Jahr 1990 mit rund 4,2 Mio. Kfz (ca. 3 Mio. Pkw) bis ins Jahr 2012 auf rund 6,3 Mio. Kfz (ca. 4,5 Mio. Pkw) gewachsen. Diese Entwicklung ist in Abbildung 2 dargestellt. Die negative Veränderung von 2001 auf 2002 resultiert aus einem Bestandsabgleich der Statistik Austria und dem Verband der Versicherungsunternehmen Österreichs (VVO) und einer Überarbeitung der statistischen Methodik. [15]

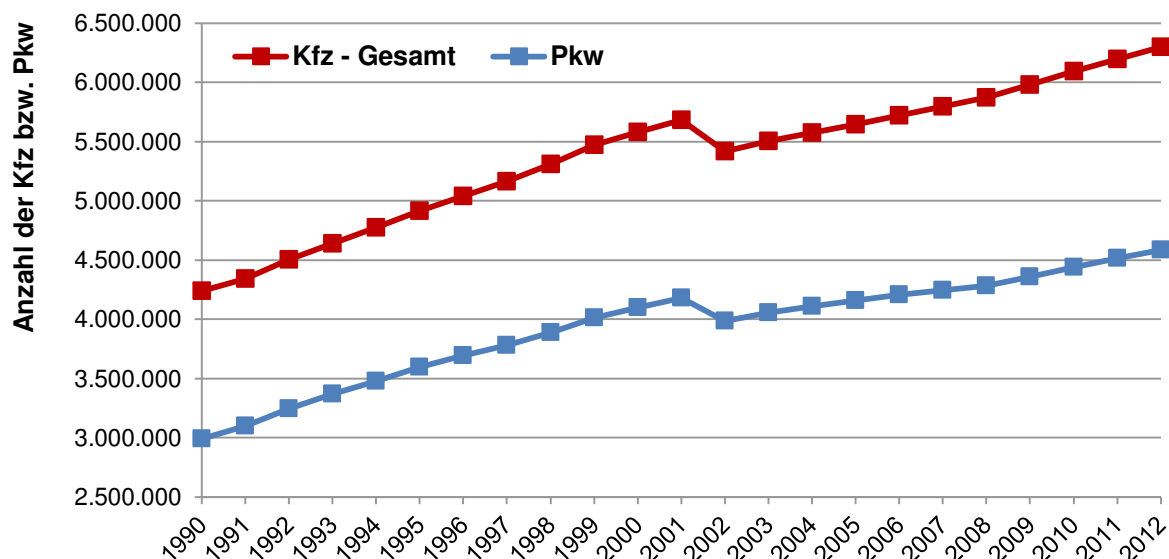


Abbildung 2: Kfz- und Pkw-Bestand in Österreich von 1990 bis 2012 [16]

In Abbildung 3 ist die Verteilung des Pkw-Alters in den Jahren 2008 bis 2012 ersichtlich. Das Potenzial der von der Ökoprämie 2009 erfassbaren Fahrzeuge betrug ca. 21 % der 2009 erfassten Pkw, was ca. 900.000 Fahrzeugen entspricht. Da die Anzahl auf 30.000 Fahrzeuge beschränkt war, kann man keine Verschiebung in der Altersstruktur erkennen. Es ist ein leichter Anstieg der Fahrzeuge mit einem Alter über 20 Jahren erkennbar. Der Anstieg um ca. 1 % vom Stichtag 31. Dezember 2008 zum 31. Dezember 2012 bedeutet ein Anstieg um etwa 55.000 Fahrzeuge. Diese Altersgruppe ist größer als der Umfang der Ökoprämie. Diese Altersklasse beinhaltet auch Oldtimer, die nicht separat ausgewiesen sind, welche aber als vernachlässigbar angesehen werden können.

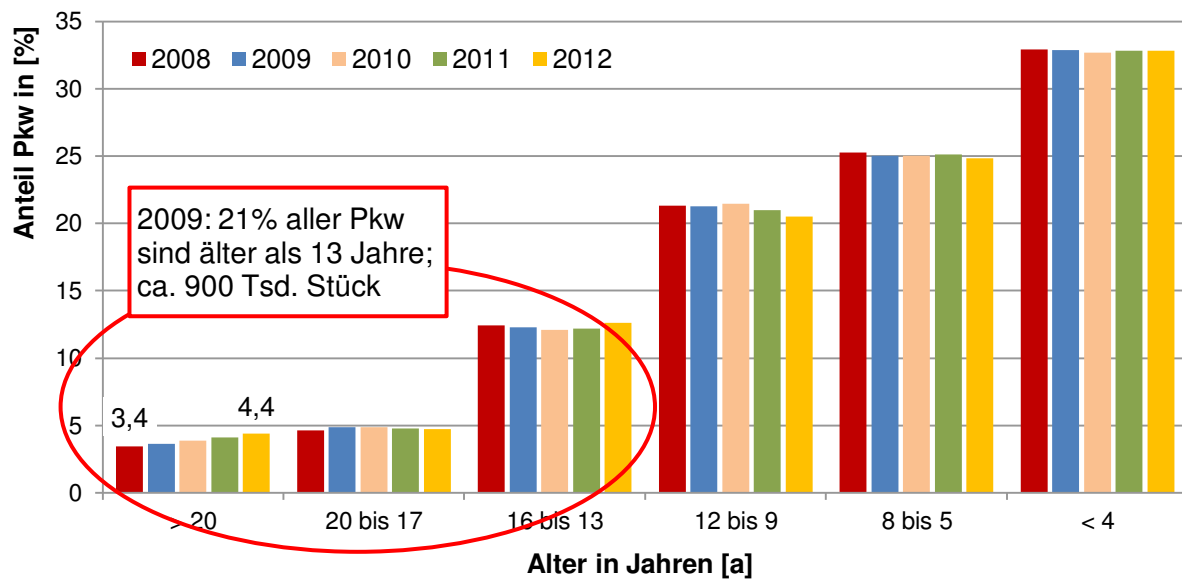


Abbildung 3: Altersverteilung des Pkw-Bestands in Österreich nach der Erstzulassung in den Jahren 2008 bis 2012 [16]

### Neuzulassungen

Die Pkw-Neuzulassungen in den Jahren 2008 bis 2010 sind in Tabelle 17 nach Jahren und in Abbildung 4 nach Monaten dargestellt. In den Monaten April bis Juli 2009, dem Zeitraum der Ökoprämie, ist eine Steigerung der Neuzulassungen zu erkennen. Die restlichen Monate des Jahres 2009 liegen immer unter den Neuzulassungen im Jahr 2010. Im Vergleich zum Jahr 2008 sind die Neuzulassungszahlen nur im ersten Quartal geringer. Ob es bei den Fahrzeugkäufen durch die Ökoprämie 2009 zu Vorkaufeffekten gekommen ist, lässt sich durch die Steigerung im Jahr 2010 nicht bestätigen. Falls beim Neukauf eines Fahrzeuges im Jahr 2009 ein vermehrter Vorkauf durch den Anreiz der Ökoprämie stattfand, wurde dies durch die begrenzte Anzahl von 30.000 Fahrzeugen abgedämpft.

Tabelle 17: Pkw-Neuzulassungen in Österreich von 2008 bis 2010 [17]

	Neuzulassungen	Differenz zum Vorjahr in %
2008	293.697	-
2009	319.403	+ 8,75 %
2010	328.563	+ 2,87 %

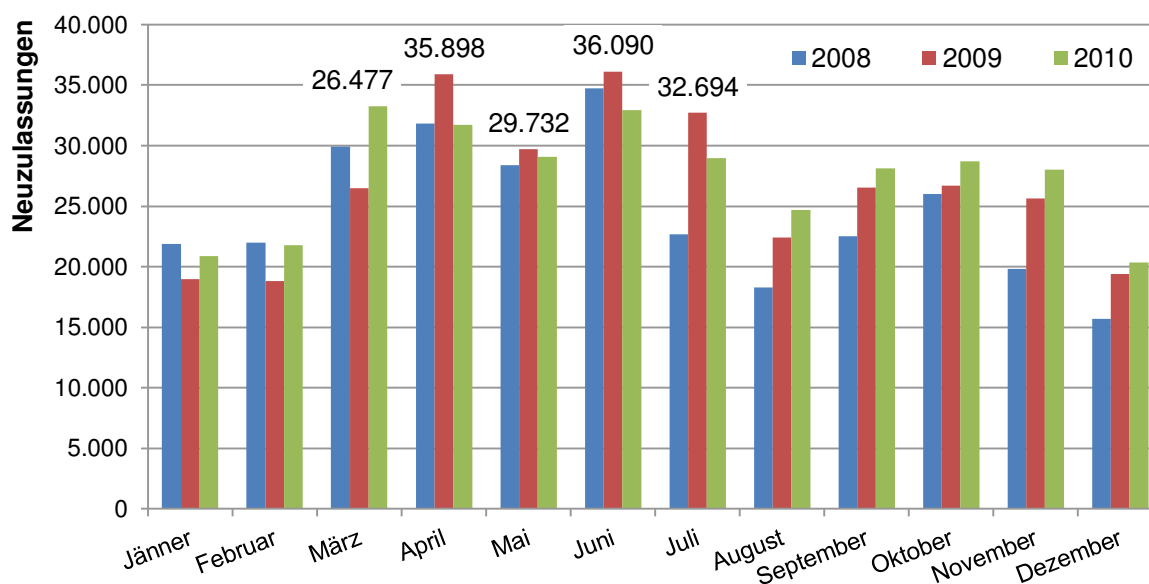


Abbildung 4: Pkw-Neuzulassungen in Österreich von 2008 bis 2010 [17]

### Gebrauchtzulassungen

Die Pkw-Gebrauchtzulassungen zeigen von 2009 auf 2010 einen geringeren Anstieg, dies kann auf die Ökoprämie in Österreich zurückgeführt werden. Wahrscheinlicher aber ist, dass der Gebrauchtwagenmarkt 2009 allgemein kleiner wurde, da zeitgleich in mehreren europäischen Ländern Verschrottungsprämien durchgeführt wurden (vgl. 2.3). In Tabelle 18 und Abbildung 5 ist die Entwicklung der Pkw-Gebrauchtzulassungen in den Jahren 2008 bis 2010 ersichtlich.

Tabelle 18: Pkw-Gebrauchtzulassungen in Österreich von 2008 bis 2010 [18]

	Gebrauchtzulassungen	Differenz zum Vorjahr in %
2008	738.690	-
2009	773.809	+ 4,75 %
2010	798.652	+ 3,21 %

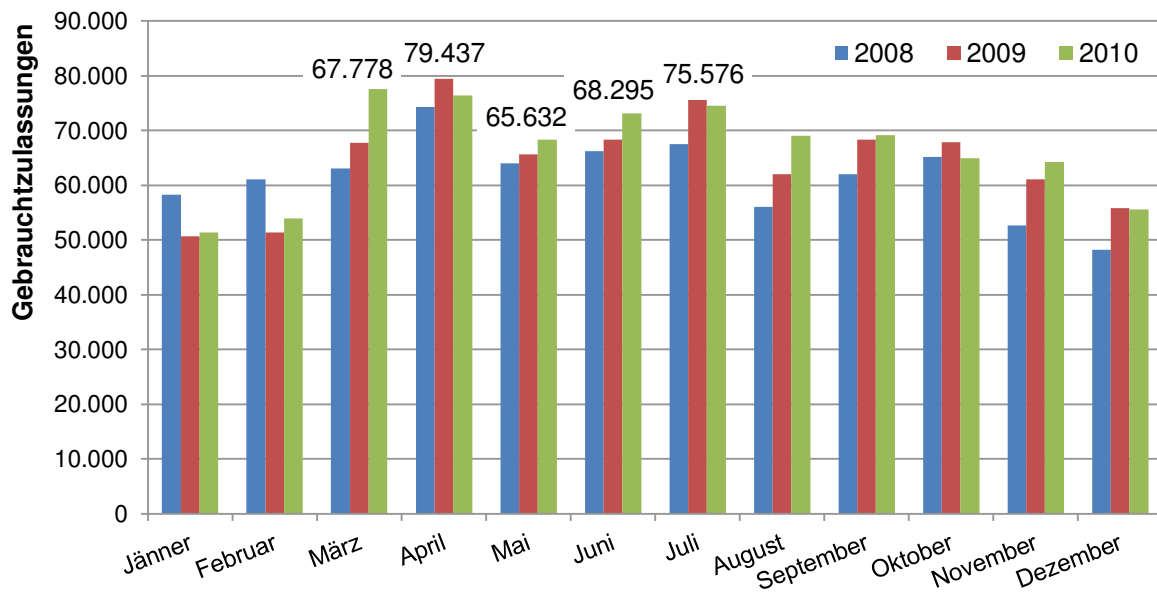


Abbildung 5: Pkw-Gebrauchtzulassungen in Österreich von 2008 bis 2010 [18]

## 2.5.2 Fahrzeugbestand in Deutschland

Der Kfz-Bestand in Deutschland vom Jahr 1999 mit rund 45,7 Mio. Kfz (ca. 38,4 Mio. Pkw) steigerte sich bis ins Jahr 2012 auf rund 52,4 Mio. Kfz (ca. 43,4 Mio. Pkw.). Der Kfz-Bestand wird mit dem Stichtag 01. Jänner des Folgejahres aufgezeichnet. Bis zum Stichtag 01. Jänner 1999 wurden in den Kfz-Bestand auch alle vorübergehend stillgelegten Fahrzeuge miteinbezogen, was den Rückgang vom Jahr 1998 auf 1999 erklärt. Des Weiteren werden seit dem Stichtag 01. Jänner 2006 alle Fahrzeuge mit besonderer Zweckbestimmung (Wohnmobile, Krankenwagen usw.) den Pkw zugeordnet. [19] In Abbildung 6 sind die Entwicklungen des Kfz- bzw. Pkw-Bestandes dargestellt.

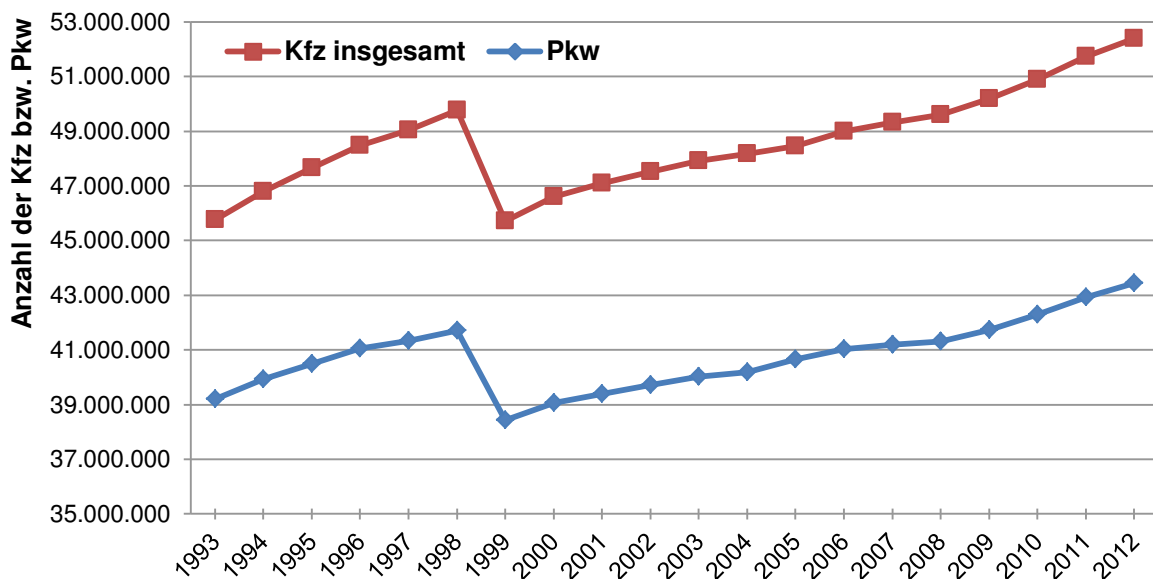


Abbildung 6: Kfz- und Pkw-Bestand in Deutschland von 1993 bis 2012 [19]

## Neuzulassungen

Die Neuzulassungen von Pkw in Deutschland erhielten durch die in Deutschland eingeführte Umweltprämie einen wesentlichen Zuwachs von ca. 23 % vom Jahr 2008 auf 2009. Der Rückgang der Neuzulassungen im Jahr 2010 um rund 23 % ist auf Vorkaufeffekte zurückzuführen, welche durch den hohen Anreiz durch die Umweltprämie sowie die hohe Anzahl der verschrotteten Pkw (ca. 2 Mio. Pkw vgl. 2.3.1) begünstigt wurden. In Tabelle 19 ist die Anzahl der Neuzulassungen in Deutschland aufgelistet. Abbildung 7 zeigt die monatliche Entwicklung der Neuzulassungen für die Jahre 2008 bis 2010.

Tabelle 19: Pkw-Neuzulassungen in Deutschland von 2008 bis 2010 [20]

	Neuzulassungen	Differenz zum Vorjahr in %
2008	3.090.040	-
2009	3.807.175	+ 23,21 %
2010	2.916.261	- 23,40 %

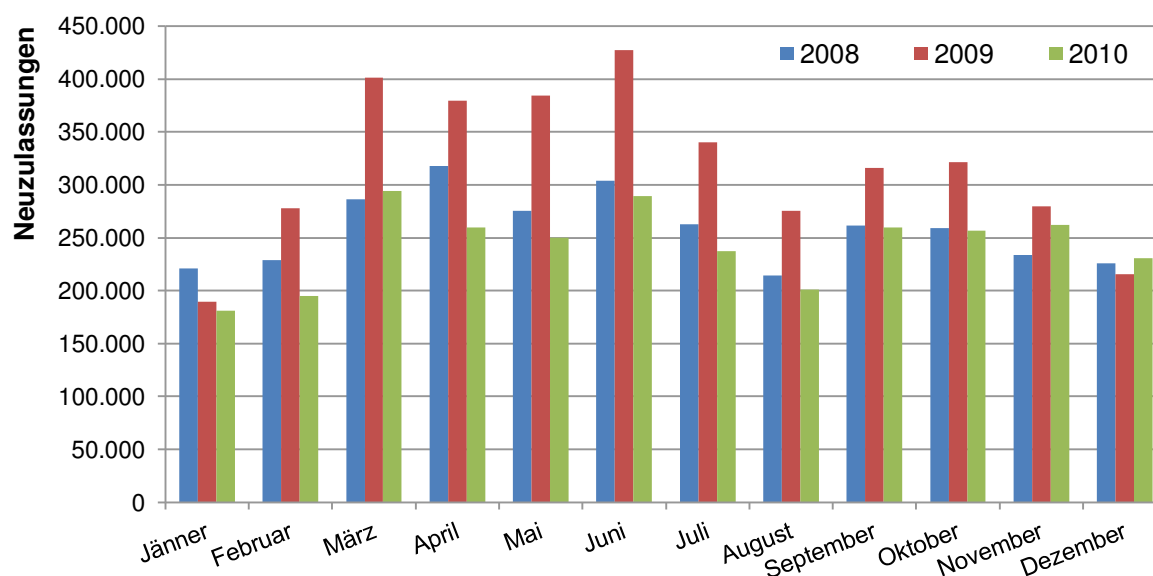


Abbildung 7: Pkw-Neuzulassungen in Deutschland von 2008 bis 2010 [20]

## Gebrauchtfahrzeuge – Besitzumschreibungen gebrauchter Pkw

Der Gebrauchtfahrzeugmarkt in Deutschland wurde durch die Umweltprämie deutlich mehr beeinflusst als der Markt in Österreich durch die Ökoprämie. Von 2008 auf 2009 ergab sich ein Minus von rund 1,6 % in den Besitzumschreibungen, was auf Vorkaufeffekte und somit auf eine Verschrottung gebrauchtwagenmarktfähiger Pkw zurückzuführen ist. Im Jahr 2010 wurde wieder eine Steigerung der Besitzumschreibungen erfasst. Tabelle 20 enthält die Anzahl der Besitzumschreibungen von 2008 bis 2010 und in Abbildung 8 sind diese monatsgenau dargestellt.

Tabelle 20: Besitzumschreibungen gebrauchter Pkw in Deutschland von 2008 bis 2010 [20]

	Besitzumschreibungen	Differenz zum Vorjahr in %
2008	6.112.364	-
2009	6.012.770	- 1,63 %
2010	6.431.846	+ 6,97 %

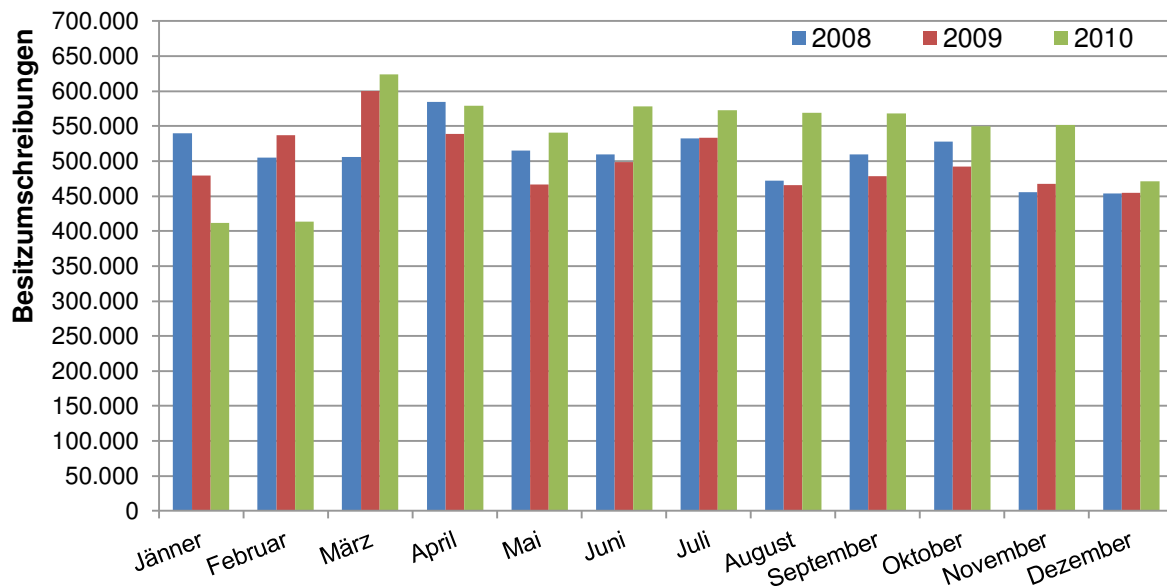


Abbildung 8: Besitzumschreibungen gebrauchter Pkw in Deutschland von 2008 bis 2010 [20]

### 2.5.3 Fahrzeugbestand in der EU und weltweit

Zur Vervollständigung der Daten sind in diesem Unterkapitel die Fahrzeugbestandsdaten der EU und weltweit verfügbare Statistiken angeführt.

#### Europäische Union

Der Fahrzeugbestand in der Europäischen Union kann nur mit bedingter Aussagekraft dargestellt werden. Der Bestand an Pkw ist in einigen Jahren höher als der gesamte Kfz-Bestand. Die Kfz-Bestände werden nicht in gleichem Ausmaß mittels Eurostat erfasst, was in Abbildung 9 ersichtlich ist. Eine Ermittlung aller nicht in Eurostat erfassten europäischen Fahrzeugbestände stellt einen unverhältnismäßig großen Aufwand für diese Arbeit dar und wurde daher unterlassen.

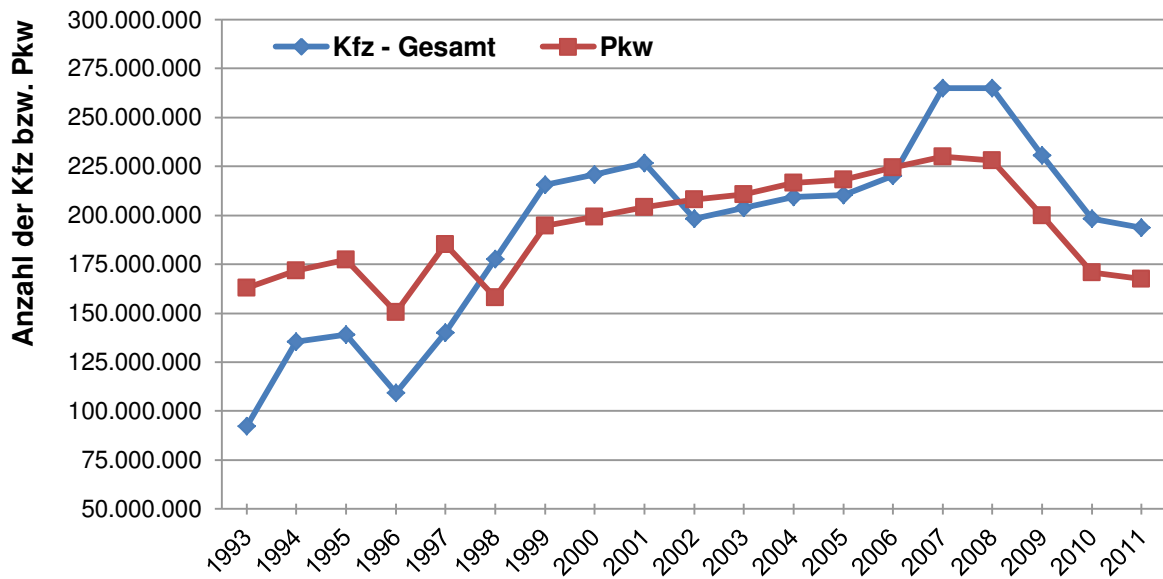


Abbildung 9: Kfz- und Pkw-Bestand in der EU von 1993 bis 2011 [21]

Trotz der schlechten Datenlage kann, wie in Abbildung 10 dargestellt, eine grundlegende Aussage über die Altersentwicklung des europäischen Fahrzeugbestands getroffen werden. Die Fahrzeuge mit einem Alter über 10 Jahren nehmen im Allgemeinen zu und haben 2011 einen Stand von ca. 45 % erreicht.

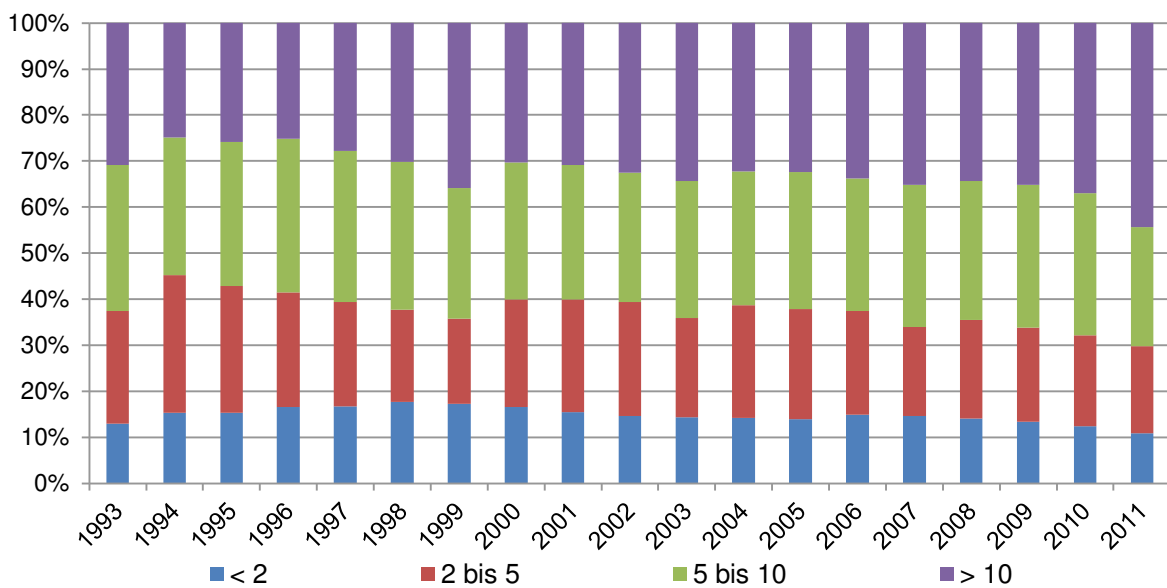


Abbildung 10: Verteilung des Pkw-Alters in der EU von 1993 bis 2011 [21]



**Weltweit**

Der weltweite Verkauf von Kfz sank im Jahr 2009 ab, erholte sich jedoch 2010 wieder deutlich. Der gesteigerte Absatz ist, wie in Abbildung 11 ersichtlich, auf den asiatischen Markt zurückzuführen, welcher 2010 deutlich wuchs. In Abbildung 12 ist der Verkauf an Pkw dargestellt, welcher sich nicht wesentlich von den Kfz-Verkäufen Gesamt unterscheidet.

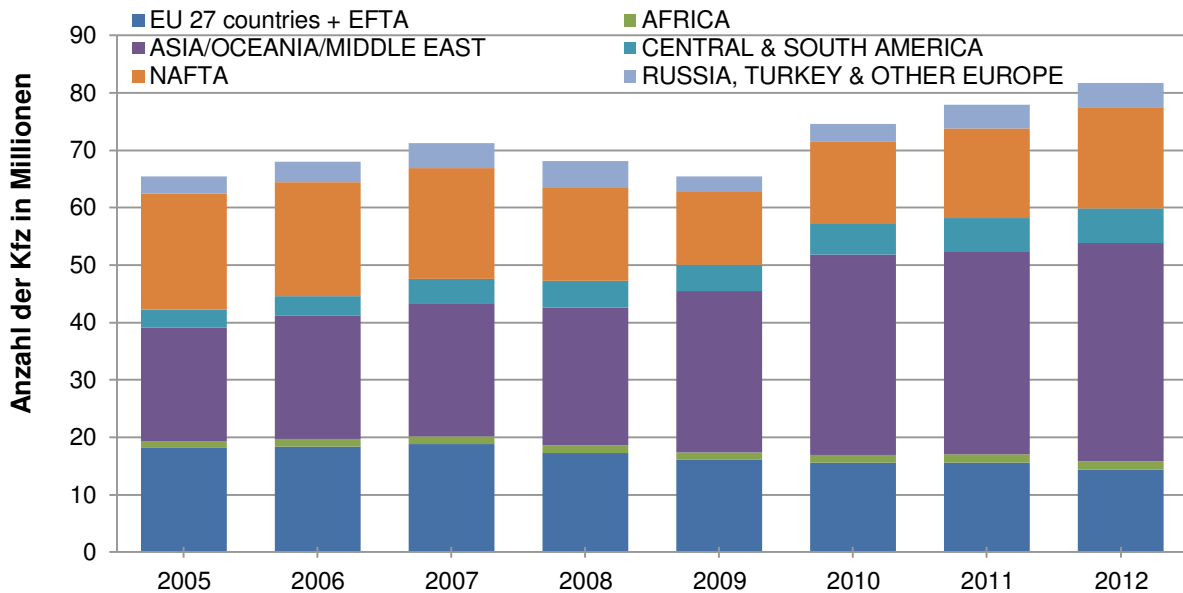


Abbildung 11: Verkaufszahlen von Kfz weltweit von 2005 bis 2012 [22]

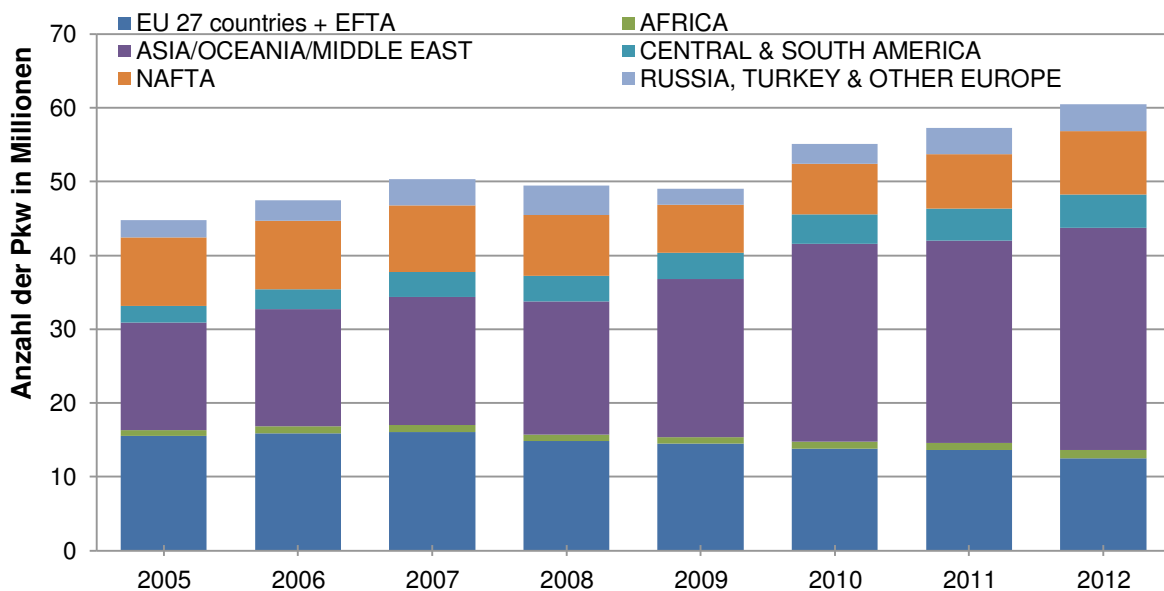


Abbildung 12: Verkaufszahlen von Pkw weltweit von 2005 bis 2012 [23]

### 3 Datenaufbereitung

Die Beurteilung der Ökoprämie 2009 verlangte eine Aufbereitung der Daten, welche in diesem Kapitel erläutert wird. Die Rohdaten der verschrotteten Alt- und Neufahrzeuge wurde von Herrn Manfred Klaber vom Verband der Versicherungsunternehmen Österreichs (VVO), Abteilung EDV und Statistik übermittelt. [24], [25] Weiters werden in diesem Kapitel Daten, die nach dieser Aufbereitung keine weitere Analyse benötigen, als Ergebnisse dargestellt.

#### 3.1.1 Altfahrzeuge

Die Daten der Altfahrzeuge umfassen 29.718 Datensätze, was nicht den 30.000 Fahrzeugen entspricht, die tatsächlich durch die Ökoprämie ersetzt wurden. Diese Daten wurden mit der Datenbank von [altauto.at](http://altauto.at) mittels der Fahrzeug-Identifikationsnummern (FIN) abgeglichen. In dieser Datenbank befinden sich beinahe alle in Österreich verwerteten Altfahrzeuge. [26] Dieser Datenabgleich hat zu 25.136 Übereinstimmungen geführt, was bedeutet, dass nur diese Anzahl an Altfahrzeugen eindeutig in Österreich verwertet wurde. Eine weitere Analyse der Datensätze in Bezug auf den Erfassungszeitraum und das Erstzulassungsdatum haben zu einer weiteren Einengung der Datengrundlage geführt. Als Ausschlusskriterium für den Erfassungszeitraum wurde der Stichtag 9. Juli 2009 festgelegt, da die finanziellen Mittel der Ökoprämie 2009 bereits am 8. Juli 2009 (siehe 2.2.1) erschöpft waren. Die Altfahrzeuge, welche nach diesem Stichtag bei [altauto.at](http://altauto.at) erfasst wurden, können nicht von der Ökoprämie 2009 umfasst worden sein. Die Erstzulassung eines Altfahrzeuges hatte vor dem 1. Jänner 2009 zu erfolgen (siehe 2.2.1). Deshalb wurden alle Fahrzeuge, die eine Erstzulassung nach diesem Stichtag aufwiesen, ausgegrenzt. Ein Altfahrzeug wies im Übrigen eine Erstzulassung aus dem Jahr 1906 auf und wurde aufgrund der geringen Plausibilität ebenfalls ausgegrenzt. Die vom VVO erhaltenen Daten mussten um rund ein Fünftel eingegrenzt werden. In Tabelle 21 sind die Schritte der Datenaufbereitung aufgelistet.

Tabelle 21: Bereinigung der Altfahrzeugdaten von VVO [24], [26]

	Anzahl Alt-Pkw	Anteil an Alt-Pkw <sup>1</sup>
<b>Altfahrzeuge von VVO</b>	<b>29.718</b>	<b>100 %</b>
Ausschlussgrund: nicht in <a href="http://altauto.at">altauto.at</a> Datenbank	- 4.582	- 15,4 %
<b>Altfahrzeuge, Verwertung belegt durch <a href="http://altauto.at">altauto.at</a></b>	<b>25.136</b>	<b>84,6 %</b>
Ausschlussgrund: nicht im Erfassungszeitraum 2009	- 17	- 0,06 %
Ausschlussgrund: nicht im Erfassungszeitraum 1.4 – 8.7.2009	- 801	- 2,7 %
Ausschlussgrund: Erstzulassungsdatum nach 1996	- 43	- 0,14 %
<b>Altfahrzeuge, die eindeutig der Ökoprämie zuzuordnen sind</b>	<b>24.275</b>	<b>81,7 %</b>

1... gerundete Prozentangaben

Die Datenqualität, im Umfang und der Nachprüfbarkeit der Angaben über die Altfahrzeuge, ist aufgrund der bis ins Jahr 1999 auf Landesebene geführten Aufzeichnungen über die An- und Abmeldung nur sehr schlecht. Ab dem Jahr 1999 wurden alle Daten bezüglich der An- und Abmeldung von Fahrzeugen zentral beim VVO verzeichnet. [27] Für die Neufahrzeuge der Ökoprämie 2009 ist die Datenqualität wesentlich besser.

### 3.1.1.1 Datenaufbereitung Altfahrzeuge bezüglich der Antriebsart

Der Datensatz jedes Altautos enthält jeweils eine der FIN zugeordnete Antriebsart. Die verschiedenen Antriebsarten der Altfahrzeuge sind mit deren Anzahl in Tabelle 22 aufgelistet. Diese Unterteilung nach Antriebsarten der Altfahrzeuge dient in weiterer Folge zum Vergleich der Antriebsarten der Alt- und Neufahrzeuge.

Tabelle 22: Antriebsarten der Altfahrzeuge [24]

Antriebsart	Anzahl Alt-Pkw	Anteil an Alt-Pkw <sup>1</sup>
Benzin	16.464	67,82 %
Benzin ohne Katalysator	1.177	4,85 %
Diesel	6.413	26,42 %
Gas	7	0,03 %
BZ/Benzin (BZ...Brennstoffzelle)	3	0,01 %
Andere	1	0,00 %
kein Antrieb	210	0,87 %
<b>Gesamt</b>	<b>24.275</b>	<b>100 %</b>

1...gerundete Prozentangaben

Um die Daten für die weitere Betrachtung aufzubereiten, wurden die 210 Fahrzeuge mit Antriebsart „kein Antrieb“ gewichtet auf die restlichen Antriebsarten aufgeteilt. Da bei der weiterführenden Berechnung keine Unterscheidung zwischen der Antriebsart „Benzin“ und „Benzin ohne Katalysator“ gemacht werden konnte, wurden diese beiden Antriebsarten zu „Benzin / B. ohne Kat.“ Zusammengefasst. Die Antriebsarten „Gas“, „BZ/Benzin (BZ...Brennstoffzelle)“ und „Andere“ wurden zu Sonstige zusammengefasst. In Tabelle 23 ist die Anzahl der Fahrzeuge nach der Aufteilung ersichtlich.

Tabelle 23: Antriebsarten der Altfahrzeuge gewichtete Aufteilung von „kein Antrieb“ [24]

Antriebsart	Anzahl Alt-Pkw	Verteilung von „kein Antrieb“	Anteil an Alt-Pkw <sup>1</sup>
Benzin / B. ohne Kat.	17.806	165	73,35 %
Diesel	6.458	45	26,60 %
Sonstige <sup>2</sup>	11	0	0,05 %
<b>Gesamt</b>	<b>24.275</b>	<b>210</b>	<b>100 %</b>

1...gerundete Prozentangaben      2...Antriebsarten „Gas“, „BZ/Benzin (BZ...Brennstoffzelle)“ und „Andere“

Die Anzahl der ausgewerteten Altfahrzeuge (24.275) wurde auf 30.000 Altfahrzeuge hochgerechnet, um eine Aussage über die Gesamtmenge der verschrotteten Fahrzeuge treffen zu können. Es mussten gut 19 % der Altfahrzeuge auf die Anzahl der verschrotteten Ökopremienfahrzeuge ausgeglichen werden. In Tabelle 24 ist diese Hochrechnung ersichtlich.

Tabelle 24: Ergebnis der Hochrechnung auf 30.000 Altfahrzeuge [24]

Antriebsart	Anzahl Alt-Pkw	Zusätzliche Alt-Pkw auf 30.000	Anteil an Alt-Pkw <sup>1</sup>
Benzin / B. ohne Kat.	22.006	4.200	73,35 %
Diesel	7.981	1.523	26,60 %
Sonstige <sup>2</sup>	13	2	0,04 %
<b>Gesamt</b>	<b>30.000</b>	<b>5.725</b>	<b>100 %</b>

1... gerundete Prozentangaben    2...Antriebsarten „Gas“, „BZ/Benzin (BZ...Brennstoffzelle)“ und „Andere“

### 3.1.1.2 Datenaufbereitung Altfahrzeuge bezüglich der Fahrzeugmarken und -klassen

In Tabelle 25 sind alle Altfahrzeuge nach deren Marke aufgeschlüsselt. Die Aufschlüsselung erfolgte nach der jeweiligen FIN des Altfahrzuges und diente in weiterer Folge dazu eine Einteilung nach den Fahrzeugklassen zu ermöglichen. Des Weiteren kann somit ein Vergleich zwischen den Marken der Alt- und Neufahrzeugen angestellt werden.

Tabelle 25: Altfahrzeuge nach Marken, Bezug auf 24.275 Altfahrzeuge

Marke	Anzahl Alt-Pkw	Anteil an Alt-Pkw <sup>1</sup>	Marke	Anzahl Alt-Pkw	Anteil an Alt-Pkw <sup>1</sup>
Alfa Romeo	31	0,13 %	Mercedes	372	1,53 %
Audi	767	3,16 %	Mini	17	0,07 %
BMW	494	2,04 %	Mitsubishi	630	2,60 %
Chevrolet	10	0,04 %	Nissan	1.155	4,76 %
Chrysler	66	0,27 %	Oldsmobile	1	0,00 %
Citroen	619	2,55 %	Opel – GM	2.750	11,33 %
Daewoo	17	0,07 %	Peugeot	1.536	6,33 %
Daihatsu	160	0,66 %	Pontiac	1	0,00 %
Fiat	911	3,75 %	Renault	1.856	7,65 %
Ford	1.321	5,44 %	Rover	9	0,04 %
Honda	458	1,89 %	Saab	8	0,03 %
Hyundai	114	0,47 %	Seat	358	1,47 %
Isuzu	1	0,00 %	Skoda	226	0,93 %
Jaguar	1	0,00 %	Subaru	148	0,61 %
Jeep	5	0,02 %	Suzuki	422	1,74 %
Kia	12	0,05 %	Talbot	1	0,00 %
Lada	8	0,03 %	Toyota	815	3,36 %
Lancia	46	0,19 %	unbekannter Hersteller	1	0,00 %
Land Rover	2	0,01 %	Volvo (DAF)	173	0,71 %
Mazda	2.015	8,30 %	VW	6.738	27,76 %

1... gerundete Prozentangaben

Die Datenaufbereitung bezüglich der Fahrzeugklasse war notwendig, um eine Aussage über die Verschiebung der definierten Fahrzeugklassen zwischen den Alt- und Neufahrzeugen zu ermöglichen. Die zehn Fahrzeugklassen und Beispiele aus den verwerteten Altfahrzeugen sind in Tabelle 26 aufgelistet.

Tabelle 26: Fahrzeugklassen der Altfahrzeuge

<b>Fahrzeugklasse</b>	<b>Modelle der Altfahrzeuge</b>
Minis	Daihatsu Cuore, Fiat Panda, Fiat 500, Seat Marbella, Subaru Vivio, Suzuki Alto,...
Kleinwagen	Citroen AX, Daihatsu Charade, Fiat Uno, Fiat Punto, Ford Fiesta, Lancia Y10, Mazda 121, Mitsubishi Colt CA1, Nissan Micra, Opel Corsa, Peugeot 106, Peugeot 205, Renault Clio3/57, Seat Ibiza, Subaru Justy, Suzuki Swift, Toyota Starlet, VW Polo,...
Kompaktklasse	Alfa Romeo 145, Chrysler Neon, Citroen ZX, Daewoo Nexia, Daihatsu Applause, Fiat Tempra, Fiat Tipo, Fiat Brava, Ford Escort, Honda Civic, Honda Concerto, Hyundai Lantra, Hyundai Pony, Kia Sephia, Lada Samara, Lancia Dedra, Mazda 323, Rover Mini, Mitsubishi Lancer, Mitsubishi Colt C51, Nissan Sunny, Opel Kadett, Opel Astra, Peugeot 309, Peugeot 306, Renault (F) 19, Seat Toledo, Skoda Favorit 135, Skoda Felicia, Subaru Impreza, Suzuki Baleno, Toyota Corolla, Volvo 440, Volvo 460, VW Golf I, VW Jetta,...
Mittelklasse	Alfa Romeo 155, Audi 80, Audi A4, BMW 316, BMW 324, Chrysler LeBaron, Citroen Xantia, Citroen BX, Fiat Croma, Ford Mondeo, Ford Sierra, Honda Accord, Mazda 626, Mercedes 190, Mercedes 220, Mitsubishi Galant, Nissan Primera, Opel Vectra, Opel Ascona, Peugeot 405, Renault Laguna, Rover 620, Saab 900, Subaru Legacy, Toyota Carina, Volvo 850, VW Passat,...
Obere Mittelklasse	Audi 100, Audi A6, BMW 525, BMW 520, Citroen XM, Ford Scorpio, Lancia Thema, Mazda 929, Mercedes 260, Mercedes 200, Mercedes 300, Mitsubishi Sigma, Opel Omega, Renault Safrane, Peugeot 605, Volvo 740, Volvo 944,...
Oberklasse	Audi A8, BMW 730, Mercedes 300 SE,...
Sportwagen	Audi Coupe, Ford Capri, Honda Prelude, Honda CRX, Mazda MX-3, Mazda MX-6, Nissan NX
Vans	Pontiac Trans Sport, Chrysler Voyager, Citroen Evasion, Fiat Ulysse, Ford Transit, Honda Shuttle, Mitsubishi Space Wagon, Mitsubishi Space Runner, Nissan Serrena, Peugeot 806, Renault Espace, VW Kombi, VW Sharan,...
SUV	Daihatsu Feroza, Ford Explorer, Jeep Cherokee, Kia Sportage, Mitsubishi Pajero, Nissan Terrano, Opel Front Sport SE, Suzuki Vitara, Suzuki SJ 400, Toyota RAV4,...
Sonstige	BMW 315, Skoda Pickup,...

Die in Tabelle 26 festgelegten Fahrzeugklassen wurden mit den Daten des VVO abgeglichen und zugeordnet. In Tabelle 27 ist diese Zuordnung zu den Fahrzeugklassen ersichtlich. Der Bezug liegt bei den 24.275 identifizierten Altfahrzeugen. Eine Hochrechnung auf 30.000 Fahrzeuge war nicht notwendig, da sich die prozentuellen Anteile nicht verändern würden.

Tabelle 27: Altfahrzeuge nach Fahrzeugklassen, Bezug auf 24.275 Altfahrzeuge

Fahrzeugklasse	Anzahl Alt-Pkw	Anteil an Alt-Pkw <sup>1</sup>
Minis	251	1,03 %
Kleinwagen	7.488	30,85 %
Kompaktklasse	11.525	47,48 %
Mittelklasse	3.851	15,86 %
Obere Mittelklasse	520	2,14 %
Oberklasse	5	0,02 %
Sportwagen	112	0,46 %
Vans	373	1,54 %
SUV	136	0,56 %
Sonstige	4	0,02 %
Marke als Typ	2	0,01 %
k.A. möglich	8	0,03 %
<b>Gesamt</b>	<b>24.275</b>	<b>100 %</b>

1... gerundete Prozentangaben

### 3.1.1.3 Datenaufbereitung Altfahrzeuge bezüglich der Euroklassen

Auf Grundlage der vom VVO erhaltenen Daten wurde eine Zuordnung zu den Euroklassen 0, 1 und 2 durchgeführt. Die erhaltenen Daten enthielten teilweise Angaben zum Abgasverhalten, welches durch den Hersteller angegeben wurde. Diese Angaben umfassten rund 1.256 Datensätze, wobei hier auch Mehrfachnennungen durch unterschiedliche Schreibweisen enthalten waren. Es konnten nur 102 der angegebenen Abgasverhalten eindeutig der Klasse Euro 1 oder 2 zugeordnet werden. Aufgrund der Datenlage war es möglich 342 von 24.275 Altfahrzeugen direkt einzuordnen. Die restlichen Altfahrzeuge wurden anhand des Artikel 2 der Richtlinie 91/441/EWG des Rates vom 26 Juni 1991 zur Änderung der Richtlinie 70/220/EWG zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über Maßnahmen gegen die Verunreinigung der Luft durch Emissionen von Kraftfahrzeugen [28] in Euro 1 und 2 Fahrzeuge eingeteilt. Als Kriterium für die Einteilung wurde das Erstzulassungsdatum herangezogen. Alle Fahrzeuge, die vor dem 01. Juni 1992, dem Inkrafttreten der RL 91/441/EWG, erstmals zum Verkehr in Österreich zugelassen wurden, sind als Euro 0 und alle nach diesem Stichtag als Euro 1 Fahrzeuge zu betrachten. In Tabelle 28 ist die Einteilung der Altfahrzeuge in die jeweilige Emissionsklasse und deren Anteil am gesamten Altfahrzeugvolumen ersichtlich.

Tabelle 28: Altfahrzeuge nach Euroklassen Bezug auf 30.000 Pkw

Altfahrzeuge	Euro 0	Anteil an Alt-Pkw <sup>1</sup>	Euro 1	Anteil an Alt-Pkw <sup>1</sup>	Euro 2	Anteil an Alt-Pkw <sup>1</sup>
Benzin / B. ohne Kat.	8.650	28,83 %	13.221	44,07 %	135	0,45 %
Diesel	2.314	7,71 %	5.598	18,66 %	69	0,23 %
Sonstige <sup>2</sup>	7	0,02 %	6	0,02 %	0	0,00 %
<b>Gesamt</b>	<b>10.971</b>	<b>36,57 %</b>	<b>12.985</b>	<b>62,75 %</b>	<b>204</b>	<b>0,68 %</b>

1... gerundete Prozentangaben    2...Antriebsarten „Gas“, „BZ/Benzin (BZ...Brennstoffzelle)“ und „Andere“

### 3.1.2 Neufahrzeuge

Die Daten der Neufahrzeuge umfassen 28.943 Datensätze, was nicht den 30.000 Fahrzeugen entspricht, die tatsächlich durch die Ökoprämie gekauft wurden. Eine Analyse der Datensätze in Bezug auf das Erstzulassungsdatum führte zu einer Einengung der Datengrundlage. Die Erstzulassung eines Neufahrzeuges hatte nach dem 28. März 2008 zu erfolgen, um das Kriterium als Jahreswagen zu erfüllen (siehe 2.2.1). Alle Fahrzeuge, die eine Erstzulassung vor diesem Stichtag aufwiesen, wurden aus den Berechnungen ausgegrenzt. Die Tage vom 28. Bis 31. März 2008 wurden in den Berechnungen als Kulanzzzeitraum angenommen. Neufahrzeuge, mit einer Erstzulassung nach dem 31. Dezember 2009, wiesen ebenfalls einen Ausschlussgrund auf. Es mussten bei den Neufahrzeugen ca. 0,05 % aller erhaltenen Datensätze ausgeschlossen werden. In Tabelle 29 sind die Schritte der Datenaufbereitung aufgelistet.

Tabelle 29: Bereinigung der Neufahrzeugdaten von VVO [25]

	Anzahl Neu-Pkw	Anteil an Neu-Pkw <sup>1</sup>
<b>Neufahrzeuge</b>	<b>28.943</b>	<b>100 %</b>
Ausschlussgrund: Neufahrzeuge Erstzulassungsdatum 2010 oder vor 28.03.2008 (Jahreswagen)	- 14	- 0,05 %
<b>Neufahrzeuge eindeutig der Ökoprämie zuzuordnen</b>	<b>28.929</b>	<b>99,95 %</b>

1... gerundete Prozentangaben



### 3.1.2.1 Datenaufbereitung Neufahrzeuge bezüglich der Antriebsart

Die in den Datensätzen der Neufahrzeuge enthaltenen Antriebsarten je FIN sind in Tabelle 30 aufgelistet. Die Antriebsarten der Neufahrzeuge weisen Unterschiede zu denen der Altfahrzeuge auf. Dies stellt jedoch kein Problem dar, weil die Hauptantriebsarten „Benzin“ und „Diesel“ weiterhin vorkommen. Die Unterteilung nach den Antriebsarten der Neufahrzeuge dient in weiterer Folge einem Vergleich der Antriebsarten der Alt- und Neufahrzeuge.

Tabelle 30: Antriebsarten der Neufahrzeuge [25]

Antriebsart	Anzahl Neu-Pkw	Anteil an Neu-Pkw <sup>1</sup>
Benzin	23.269	80,43 %
Diesel	5.648	19,52 %
Hybr.Benzin/E	3	0,01 %
Erdgas (CNG)	2	0,01 %
Benzin/Erdgas (CNG)	7	0,02 %
<b>Gesamt</b>	<b>28.929</b>	<b>100 %</b>

1...gerundete Prozentangaben

Die ausgewerteten Neufahrzeuge (28.929) wurden auf 30.000 Altfahrzeuge hochgerechnet, um eine Aussage über die Gesamtmenge der verkauften Fahrzeuge treffen zu können. Es mussten rund 0,05 % der Neufahrzeuge auf die Anzahl der gekauften Ökopremienfahrzeuge ausgeglichen werden. Die Antriebsarten „Hybr.Benzin/E“, „Erdgas (CNG)“ und „Benzin/Erdgas (CNG)“ wurden zur besseren Vergleichbarkeit zu „Sonstige“ zusammengefasst. In Tabelle 31 ist diese Hochrechnung ersichtlich.

Tabelle 31: Ergebnis der Hochrechnung auf 30.000 Neufahrzeuge [25]

Antriebsart	Anzahl Neu-Pkw	Zusätzliche Neu-Pkw auf 30.000	Anteil an Neu-Pkw <sup>1</sup>
Benzin	24.131	862	80,43 %
Diesel	5.857	209	19,52 %
Sonstige <sup>2</sup>	12	0	0,04 %
<b>Gesamt</b>	<b>30.000</b>	<b>1.071</b>	<b>100 %</b>

1...gerundete Prozentangaben

2... Antriebsarten „Hybr.Benzin/E“, „Erdgas (CNG)“ und „Benzin/Erdgas (CNG)“

### 3.1.2.2 Datenaufbereitung Neufahrzeuge bezüglich der Fahrzeugmarken und -klassen

In Tabelle 32 sind alle Neufahrzeuge nach deren Marke aufgeschlüsselt. Die Aufschlüsselung erfolgte nach der jeweiligen FIN des Altfahrzeuges und diente in weiterer Folge dazu, eine Einteilung nach den Fahrzeugklassen zu ermöglichen. Des Weiteren kann somit ein Vergleich zwischen den Marken der Alt- und Neufahrzeuge angestellt werden.

Die Ermittlung der Neufahrzeug-Marken wurden mithilfe des Welt-Hersteller-codes (World manufacturer identification – WMI), die ersten drei Stellen der FIN, bewerkstelligt. Als Grundlage für die WMI Zuordnung diente das Verzeichnis der Hersteller von Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeuganhängern des deutschen Kraftfahrt-Bundesamtes. [29]

Tabelle 32: Neufahrzeuge nach Marken, Bezug auf 28.929 Neufahrzeuge

Marke	Anzahl Neu-Pkw	Anteil an Neu-Pkw <sup>1</sup>	Marke	Anzahl Neu-Pkw	Anteil an Neu-Pkw <sup>1</sup>
Alfa Romeo	120	0,41 %	Mazda	1.051	3,63 %
Audi	359	1,24 %	Mercedes	188	0,65 %
BMW	370	1,28 %	Mini	54	0,19 %
Chevrolet	0	2,67 %	Mitsubishi	292	1,01 %
Chrysler	6	0,02 %	Nissan	332	1,15 %
Citroen	1.069	3,70 %	Oldsmobile	0	0,00 %
Dacia <sup>2</sup>	1.460	5,05 %	Opel – GM	1.883	6,51 %
Daewoo	0	0,00 %	Peugeot	2.418	8,36 %
Daihatsu	61	0,21 %	Pontiac	1	0,00 %
Dodge <sup>2</sup>	20	0,07 %	Renault	1.296	4,48 %
Fiat	1.982	6,85 %	Rover	0	0,00 %
Ford	1.247	4,31 %	Saab	4	0,01 %
Honda	278	0,96 %	Seat	1.848	6,39 %
Hyundai	1.310	4,53 %	Skoda	1.733	5,99 %
Isuzu	0	0,00 %	Smart <sup>2</sup>	23	0,08 %
Jaguar	5	0,02 %	Ssangyong <sup>2</sup>	2	0,01 %
Jeep	0	0,06 %	Subaru	151	0,52 %
Kia	1.470	5,08 %	Suzuki	1.306	4,51 %
Lada	9	0,03 %	Talbot	0	0,00 %
Lancia	51	0,18 %	Toyota	706	2,44 %
Land Rover	6	0,02 %	unbekannter Hersteller	0	0,00 %
Lexus <sup>2</sup>	1	0,00 %	Volvo (DAF)	39	0,13 %
Maruti Suzuki <sup>2</sup>	0	0,00 %	VW	4.988	17,24 %

1... gerundete Prozentangaben

2...Marken bei Altfahrzeugen nicht enthalten

Die Ermittlung der Fahrzeugklasse war notwendig, um eine Aussage über die Verschiebung der definierten Fahrzeugklassen zwischen den Alt- und Neufahrzeugen zu ermöglichen. Die zehn Fahrzeugklassen und Beispiele für die Neufahrzeugen sind in Tabelle 33 aufgelistet.

Tabelle 33: Fahrzeugklassen der Neufahrzeuge

Fahrzeugklasse	Modelle der Neufahrzeuge
Minis	Citroen C1, Chevrolet Matiz II, Daihatsu Mira, Fiat 500, Ford Ka, Hyundai i10, Kia Picanto, Peugeot 107, Smart Fortwo, Suzuki Alto, Toyota Aygo, Toyota IQ, VW Fox,...
Kleinwagen	Alfa Romeo MiTo, Citroen C2, Citroen C3, Chevrolet Aveo, Dacia Sandero, Daihatsu Sirion, Fiat Panda, Fiat Punto II/III, Ford Fiesta, Honda Jazz III, Hyundai Getz, Hyundai i20, Kia Rio II, Lada Kalina, Lancia Ypsilon, Mini One, Mini Cooper, Mitsubishi Colt Z30, Nissan Micra III, Opel Corsa C/D, Peugeot 206, Peugeot 207, Renault Clio II/III, Renault Twingo II, Seat Ibiza IV, Skoda Fabia II, Subaru Justy, Suzuki Swift III, Toyota Yaris, VW Polo IV/V,...
Kompaktklasse	Alfa Romeo 147, Audi A3, BMW 116, BMW 118, BMW 120, Chevrolet Cruze, Chevrolet Lacetti, Dacia Logan, Dodge Caliber, Fiat Stilo, Fiat Bravo II, Ford Focus II, Honda Civic VIII, Honda Insight, Hyundai Accent III, Hyundai i30, Kia Cee'd, Lancia Delta, Mazda 3, Mercedes A-/B-Klasse, Mitsubishi, Lancer VIII, Nissan Tiida, Opel Astra, Peugeot 307, Peugeot 308, Renault Megan II/III, Seat Leon II, Seat Toledo III, Seat Cordoba II, Skoda Octavia I, Subaru Impreza, Suzuki SX4, Toyota Auris, Toyota Prius, Toyota Verso, Volvo S40, Volvo V50, VW Scirocco III, VW Eos, VW Golf V / Jetta V, VW New Beetle,...
Mittelklasse	Alfa Romeo 159, Audi A4, Audi A5, BMW 316, BMW 325, Chrysler Sebring, Citroen C5, Fiat Croma II, Ford Mondeo, Honda Accord IX, Jaguar X-Type, Mazda 6, Mercedes C-Klasse, Opel Vectra C, Opel Insignia, Peugeot 407, Renault Laguna III, Saab 9-3 II, Seat Exeo, Skoda Octavia II, Toyota Avensis, Volvo S60, VW Passat B6,...
Obere Mittelklasse	Audi A6, BMW 520, Chrysler 300C, Jaguar XF, Mercedes E-Klasse, Peugeot 607, Skoda Superb II, Volvo S80, Volvo V70,...
Oberklasse	BMW 750, Jaguar XJ,...
Sportwagen	Audi TT, BMW Z4, Hyundai Coupé, Mazda MX-5, Pontiac Solstice,...
Vans	Chrysler Voyager, Citroen Berlingo, Citroen Xsara Picasso, Citroen C4 Picasso, Daihatsu Coo, Fiat Multipla, Fiat Doblò, Ford Mondeo IV, Ford Galaxy II, Kia Carens, Kia Soul, Lancia Musa, Mazda Mazda 5, Mercedes Viano, Nissan Note, Opel Agila B, Opel Vivaro, Peugeot Partner, Peugeot 1007, Renault Trafic II, Renault Scenic II/III, Renault Modus, Seat Altera, Seat Alhambra, Skoda Roomster, Toyota Corolla Verso, VW Caddy III, VW T5, VW Touran, VW Sharan,...
SUV	Audi Q5, BMW X3/5, Chevrolet Captiva, Daihatsu Terios, Dodge Journey, Honda CR-V III, Hyundai Tucson, Jeep Cherokee, Kia Sorento, Kia Sportage, Lada Niva, Mazda CX-7, Mercedes R-Klasse, Mercedes M-/GL-Klasse, Mitsubishi Outlander, Nissen Qashqai, Opel Antara, Peugeot 3008, Renault Koleos, Ssangyong Kyron, Subaru Legacy Outback, Subaru Forester, Suzuki Jimny III, Suzuki Grand Vitara II, Suzuki Ignis, Toyota Land Cruiser Prado, Toyota RAV4, Volvo, XC60, VW Tiguan,...
Sonstige	Mitsubishi L200,...

Die in Tabelle 33 festgelegten Fahrzeugklassen wurden mit den Neufahrzeug-Daten des VVO abgeglichen und zugeordnet. In Tabelle 34 ist diese Zuordnung zu den Fahrzeugklassen ersichtlich. Der Bezug liegt bei den 28.929 identifizierten Neufahrzeugen. Eine Hochrechnung auf 30.000 Fahrzeuge war nicht notwendig, da die prozentuellen Anteile sich nicht verändern würden.

Tabelle 34: Neufahrzeuge nach Fahrzeugklassen Bezug auf 28.929 Neufahrzeuge

Fahrzeugklasse	Anzahl Neu-Pkw	Anteil an Neu-Pkw <sup>1</sup>
Minis	3.091	10,68 %
Kleinwagen	14.880	51,44 %
Kompaktklasse	6.384	22,07 %
Mittelklasse	1.055	3,65 %
Obere Mittelklasse	51	0,18 %
Oberklasse	2	0,01 %
Sportwagen	11	0,04 %
Vans	2.536	8,77 %
SUV	918	3,17 %
Sonstige	1	0,00 %
<b>Gesamt</b>	<b>28.929</b>	<b>100 %</b>

1... gerundete Prozentangaben

### 3.1.2.3 Datenaufbereitung Neufahrzeuge bezüglich der Euroklassen

Auf Grundlage der vom VVO erhaltenen Daten wurde eine Zuordnung zu den Euroklassen 4 und 5 durchgeführt. Die Datenqualität der Neufahrzeuge war wesentlich besser als die der Altfahrzeuge. Eine Angabe zum Abgasverhalten der Neufahrzeuge durch die Hersteller war bei jedem Datensatz vorhanden. Es handelte sich um 32 Angaben zum Abgasverhalten, wobei hier auch Mehrfachnennungen durch unterschiedliche Schreibweisen enthalten waren. In Tabelle 28 ist die Einteilung der Neufahrzeuge in die jeweilige Euroklasse und deren Anteil an den gesamten Neufahrzeugen ersichtlich.

Tabelle 35: Neufahrzeuge nach Euroklassen Bezug auf 30.000

Altfahrzeuge	Euro 4	Anteil an Neu-Pkw <sup>1</sup>	Euro 5	Anteil an Neu-Pkw <sup>1</sup>
Benzin	22.294	74,31 %	13.221	6,12 %
Diesel	4.482	14,94 %	5.598	4,58 %
Sonstige <sup>2</sup>	10	0,03 %	6	0,01 %
<b>Gesamt</b>	<b>26.786</b>	<b>89,29 %</b>	<b>3.214</b>	<b>10,71 %</b>

1... gerundete Prozentangaben

2... Antriebsarten „Hybr.Benzin/E“, „Erdgas (CNG)“ und „Benzin/Erdgas (CNG)“

### 3.1.3 Gegenüberstellung Alt- und Neufahrzeuge

In diesem Unterkapitel werden die Ergebnisse, die keine weitere Aufbereitung benötigen, dargestellt. Es werden die Antriebsarten, Fahrzeugmarken und –klassen der Alt- und Neufahrzeuge gegenübergestellt.

#### 3.1.3.1 Gegenüberstellung Alt- und Neufahrzeuge bezüglich der Antriebsart

Die ausgewerteten Daten geben im Wesentlichen über die Art des verbrauchten Treibstoffs Auskunft. In Tabelle 36 sind die Veränderungen zwischen den Antriebsarten von den Alt- auf die Neufahrzeuge aufgelistet. Der Anteil der Fahrzeuge mit Benzinantrieb war schon bei den Altfahrzeugen mit ca. 78 % sehr hoch und hat sich noch gesteigert. Es ist zu einer Verschiebung um ca. 7 % von Diesel zu Benzin getriebenen Pkw gekommen.

Tabelle 36: Veränderungen zwischen Alt- und Neufahrzeugen bezüglich der Antriebsart

Antriebsart	Anzahl Alt-Pkw	Anzahl Neu-Pkw	Veränderung Absolut	Anteilsänderung an 30.000 <sup>1</sup>
Benzin <sup>2</sup>	22.006	24.131	+ 2.125	+ 7,1 %
Diesel	7.981	5.857	- 2.124	- 7,1 %
Sonstige <sup>3</sup>	13	12	- 1	- 0,0 %

1... gerundete Prozentangaben    2... für Altfahrzeuge Benzin / B. ohne Kat.

3... Antriebsarten Neufahrzeuge „Hybr.Benzin/E“, „Erdgas (CNG)“ und „Benzin/Erdgas (CNG)“  
Antriebsarten Altfahrzeuge „Gas“, „BZ/Benzin (BZ...Brennstoffzelle)“ und „Andere“

#### 3.1.3.2 Gegenüberstellung Alt- und Neufahrzeuge bezüglich der Fahrzeugmarken und –klassen

Die Gegenüberstellung der Fahrzeugmarken und –klassen basiert auf den auswertbaren Daten des VVO, d.h. die Basis der Anteilsrechnung liegt für die Altfahrzeuge bei 24.275 Fahrzeugen und für die Neufahrzeuge bei 28.929 Fahrzeugen. Da bei der Ökoprämie 2009 30.000 Fahrzeugwechsel durchgeführt wurden, ist bei den Neufahrzeugen die Unsicherheit der Daten nur gering, bei den Altfahrzeugen jedoch relativ hoch.

Es kann, trotz dieser Unsicherheit, eine Tendenz festgestellt werden, welche Marken sich gesteigert haben und welche gesunken sind. In Tabelle 37 sind alle Veränderungen aufgelistet, die positiven Veränderungen sind grün und die negativen rot hervorgehoben.

Tabelle 37: Veränderungen zwischen Alt- und Neufahrzeugen bezüglich der Fahrzeugmarken

Marke	Anteil Alt-Pkw <sup>1</sup>	Anteil Neu-Pkw <sup>1</sup>	Anteilsveränderung <sup>1</sup>	Marke	Anteil Alt-Pkw <sup>1</sup>	Anteil Neu-Pkw <sup>1</sup>	Anteilsveränderung <sup>1</sup>
Alfa Romeo	0,13 %	0,41 %	+ 0,29 %	Mercedes	1,53 %	0,65 %	- 0,88 %
Audi	3,16 %	1,24 %	- 1,92 %	Mini	0,07 %	0,19 %	+ 0,12 %
BMW	2,04 %	1,28 %	- 0,76 %	Mitsubishi	2,60 %	1,01 %	- 1,59 %
Chevrolet	0,04 %	2,67 %	+ 2,63 %	Nissan	4,76 %	1,15 %	- 3,61 %
Chrysler	0,27 %	0,02 %	- 0,25 %	Oldsmobile <sup>3</sup>	0,00 %	0,00 %	- 0,00 %
Citroen	2,55 %	3,70 %	+ 1,15 %	Opel – GM	11,33 %	6,51 %	- 4,82 %
Dacia <sup>2</sup>	0,00 %	5,05 %	+ 5,05 %	Peugeot	6,33 %	8,36 %	+ 2,03 %
Daewoo <sup>3</sup>	0,07 %	0,00 %	- 0,07 %	Pontiac	0,00 %	0,00 %	- 0,00 %
Daihatsu	0,66 %	0,21 %	- 0,45 %	Renault	7,65 %	4,48 %	- 3,17 %
Dodge <sup>2</sup>	0,00 %	0,07 %	+ 0,07 %	Rover <sup>3</sup>	0,04 %	0,00 %	- 0,04 %
Fiat	3,75 %	6,85 %	+ 3,10 %	Saab	0,03 %	0,01 %	- 0,02 %
Ford	5,44 %	4,31 %	- 1,13 %	Seat	1,47 %	6,39 %	+ 4,91 %
Honda	1,89 %	0,96 %	- 0,93 %	Skoda	0,93 %	5,99 %	+ 5,06 %
Hyundai	0,47 %	4,53 %	+ 4,06 %	Smart <sup>2</sup>	0,00 %	0,08 %	+ 0,08 %
Isuzu <sup>3</sup>	0,00 %	0,00 %	- 0,00 %	Ssangyong <sup>2</sup>	0,00 %	0,01 %	+ 0,01 %
Jaguar	0,00 %	0,02 %	+ 0,01 %	Subaru	0,61 %	0,52 %	- 0,09 %
Jeep	0,02 %	0,06 %	+ 0,04 %	Suzuki	1,74 %	4,51 %	+ 2,78 %
Kia	0,05 %	5,08 %	+ 5,03 %	Talbot <sup>3</sup>	0,00 %	0,00 %	- 0,00 %
Lada	0,03 %	0,03 %	- 0,00 %	Toyota	3,36 %	2,44 %	- 0,92 %
Lancia	0,19 %	0,18 %	- 0,01 %	unbekannter Hersteller <sup>3</sup>	0,00 %	0,00 %	- 0,00 %
Land Rover	0,01 %	0,02 %	+ 0,01 %	Volvo (DAF)	0,71 %	0,13 %	- 0,58 %
Lexus <sup>2</sup>	0,00 %	0,00 %	+ 0,00 %	VW	27,76 %	17,24 %	- 10,51 %
Mazda	8,30 %	3,63 %	- 4,67 %				

1... gerundete Prozentangaben    2... bei Altfahrzeugen nicht enthalten

3... bei Neufahrzeugen nicht enthalten

Der Vergleich der Fahrzeugklassen der Alt- und Neufahrzeuge, wie in Tabelle 38 ersichtlich, zeigt einen Trend weg von den mittleren Klassen in Richtung der kleineren und größeren Fahrzeugklassen. Die Kleinwagen sind mit einem Plus von ca. 21 % am stärksten gewachsen, die Kompaktklasse mit einem Minus von rund 25 % stark zurückgegangen.

Diese Entwicklung gründet sich auf mehreren Ursachen. Die kleineren Fahrzeuge sind sparsamer im Verbrauch und werden deshalb bevorzugt. Die Fahrzeugsparten waren im Jahr 2009 breiter aufgestellt als vor 1996, was bedeutet, dass die Fahrzeughersteller auf

mehrere Segmente setzen. Ein Beispiel hierfür kann die Klasse SUV angesehen werden. Zu den SUV vor 1996 zählten fast ausschließlich Geländewagen, im Jahr 2009 waren viele Modelle besser für den Stadtverkehr konzipiert und sprachen deshalb auch eine größere Käuferschicht an.

Tabelle 38: Veränderungen zwischen Alt- und Neufahrzeugen bezüglich der Fahrzeugklassen

<b>Fahrzeugklasse</b>	<b>Anteil Alt-Pkw<sup>1</sup></b>	<b>Anteil Neu-Pkw<sup>1</sup></b>	<b>Anteilsveränderung<sup>1</sup></b>
Minis	1,03 %	10,68 %	+ 9,65 %
Kleinwagen	30,85 %	51,44 %	+ 20,59 %
Kompaktklasse	47,48 %	22,07 %	- 25,41 %
Mittelklasse	15,86 %	3,65 %	- 12,22 %
Obere Mittelklasse	2,14 %	0,18 %	- 1,97 %
Oberklasse	0,02 %	0,01 %	- 0,01 %
Sportwagen	0,46 %	0,04 %	- 0,42 %
Vans	1,54 %	8,77 %	+ 7,23 %
SUV	0,56 %	3,17 %	+ 2,61 %
Sonstige	0,02 %	0,00 %	- 0,01 %

1... gerundete Prozentangaben

## 4 Ökologische Aspekte

Die folgenden ökologischen Aspekte sollen auf ihre Relevanz und die Auswirkungen in Bezug auf die Ökoprämie 2009 betrachtet werden.

Die Darstellung und Auswertung der ökologischen Aspekte wurde mittels des „Handbuch für Emissionsfaktoren des Strassenverkehrs 3.1“ (HBEFA) [2], welches vom österreichischen Umweltbundesamt zur Verfügung gestellt wurde, durchgeführt. Dem HBEFA konnten die Daten, die der Auswertung dieses Kapitels zugrunde liegen, für das Betrachtungsjahr 2009 entnommen werden. Abbildung 13 (B...Benzin; D...Diesel) beschreibt die Verteilung der Emissionsklassen auf den Flottenmix im Jahr 2009, wie sie für die Auswertung mittels HBEFA vorliegt. Diese Verteilung stellt die Basis der Auswertung des Kraftstoffverbrauchs und aller Emissionsarten in diesem Kapitel dar.

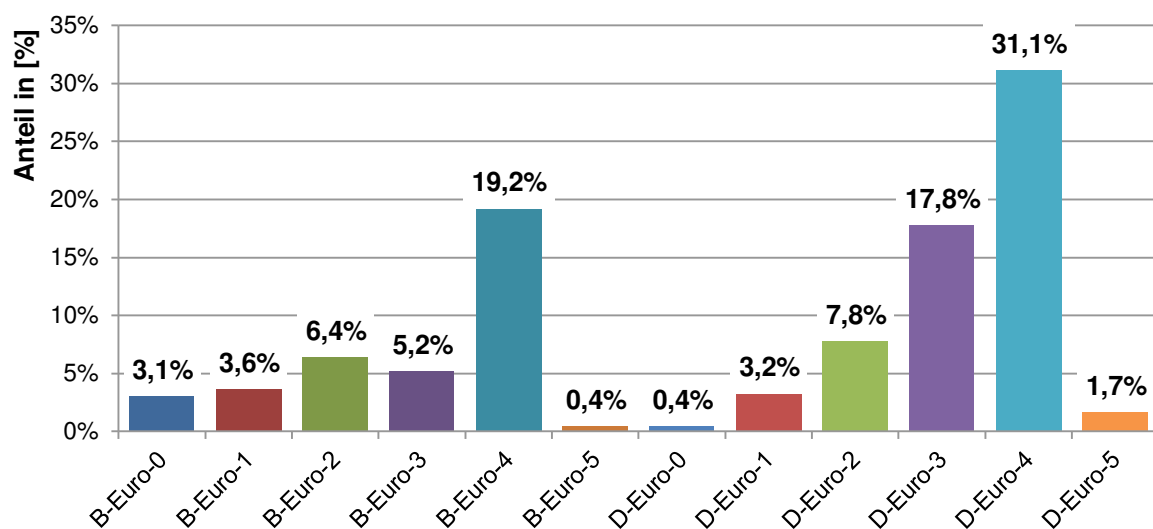


Abbildung 13: Euroklassenanteil am Pkw-Bestand im Jahr 2009 laut HBEFA [2]

Die im HBEFA verzeichneten Emissionswerte sind zum größten Teil pro Kilometer angegeben. Dies machte es nötig, die gefahrenen Kilometer der Fahrzeuge zu definieren, um eine Abschätzung der Emissionsveränderungen durch die Ökoprämie anstellen zu können. Die Fahrleistung in Kilometer pro Pkw wurde aus der Energiestatistik der Statistik Austria (Mikrozensus Energieeinsatz der Haushalte 2009/2010 [30]) entnommen. Für die Berechnung der Emissionen auf ein Jahr wurden für Fahrzeuge mit Benzinantrieb 10.964 km/a und für Fahrzeuge mit Dieselantrieb 14.815 km/a angenommen. Diese Angaben setzen sich aus den Fahrleistungen der Erst- und Zweit-Pkw zusammen.

Die in dieser Arbeit betrachteten Emissionen, die nicht pro Kilometer im HBEFA angegeben sind, werden als Kaltstartemissionen, Verdampfung nach Motorabstellen und Verdampfung infolge von Tankatmung bezeichnet.

Die Kaltstartemissionen beziehen sich auf die Emissionen pro Pkw-Kaltstart und Fahrzeug. Ein Kaltstart ist vom Grad der Abkühlung des Motors abhängig, welche wiederum von der Standzeit des Pkw und der Umgebungstemperatur abhängig ist. Von einem „vollständigen“



Kaltstart ist laut HBEFA nach einer Standzeit von über 12 Stunden (vollständig abgekühlter Motor) und einer Fahrtlänge von mehr als 20 km auszugehen. In dieser Arbeit werden die vom HBEFA als „mittlerer“ Kaltstart bezeichnete Kaltstarts zur Berechnung verwendet, wobei es sich um mittlere Standzeiten-, Fahrweitenverteilungen und Umgebungsmuster handelt. [31] Um eine Vergleichbarkeit mit den Emissionen pro Kilometer für das Bezugsjahr 2009 zu erreichen, ist es nötig die Anzahl der Kaltstarts pro Jahr zu definieren. Da es hierzu keine sichere Datenlage gibt, hat der Autor einen Schätzwert angenommen. Dieser Schätzwert, der auf mehreren Gesprächen mit Pkw-Besitzern beruht, wird mit zwei Kaltstarts pro Tag folglich 730 im Jahr angenommen.

Die Emissionen durch die Verdampfung nach Motorabstellen betreffen lediglich die Kohlenwasserstoff-(HC)-Emissionen und beziehen sich auf Emissionen pro Abstellvorgang und Fahrzeug. Diese Verdampfungsemissionen hängen von der Außentemperatur, der Temperatur des Motors (angenähert über die Standzeit) und der Länge der vorausgehenden Fahrt ab. Es wird hier wiederum mit gewichteten, mittleren Emissionsfaktoren gerechnet. [31]

Die Emissionen durch die Verdampfung infolge von Tankatmung betreffen wiederum lediglich die Kohlenwasserstoff-(HC)-Emissionen und beziehen sich auf Emissionen pro Tag und Fahrzeug. Es handelt sich um Emissionen beim stehenden Fahrzeug. Diese Emissionsart ist stark von der Änderung der Umgebungstemperatur im Tagesverlauf abhängig. Zudem hat die Kraftstoffqualität (Dampfdruck) einen Einfluss. Es werden in dieser Arbeit für die Emissionen durch Verdampfung infolge von Tankatmung „mittlere“ Umgebungsmuster, wie bei den Kaltstarts, angenommen. [31]

## 4.1 Kraftstoffverbrauch

In diesem Unterkapitel wird der Kraftstoffverbrauch hinsichtlich des warmen Betriebszustandes, der Kaltstarts und der Herstellerangaben untersucht. Die Verbrauchsangaben der Hersteller sind in den Daten des VVO nur für die Neufahrzeuge vollständig enthalten. Dies ermöglicht eine Darstellung der Verbrauchsdaten ausschließlich für Neufahrzeuge. Für eine Betrachtung des Kraftstoffverbrauches der Altfahrzeuge aus den Daten des VVO ist die Datenlage zu lückenhaft.

Der Kraftstoffverbrauch stellt ein wesentliches Kriterium dar, um die Emissionen eines Pkw einfach und schnell abzuschätzen. Der Kraftstoffverbrauch kann aber nie als alleinstehendes Merkmal zur Charakterisierung der Emissionen eines Pkw dienen, da technologische Qualitätsmerkmale, wie eine annähernd vollständige Verbrennung, wesentlich für die Art und den Umfang der Emissionen sind. Weiters spielt beim Kauf eines neuen Pkw der Kraftstoffverbrauch mitunter eine wesentliche Rolle, da dies eine kalkulierbare Kostenvariable bei den Betriebskosten einnimmt.

Die Auswertung des Kraftstoffverbrauchs wurde mittels Verbrauchsdaten von Euroklassen für Alt- und Neufahrzeuge aus dem HBEFA [2] durchgeführt. Mithilfe der Auswertungen aus Kapitel 3 konnte ein Vergleich zwischen den verschrotteten und gekauften Pkw gezogen werden.

### 4.1.1 Kraftstoffverbrauch pro Pkw bei warmem Betriebszustand

Um die Einsparungen an Kraftstoff, die durch die Ökoprämie 2009 erreicht wurden, quantifizieren zu können, müssen zuerst der Verbrauch pro Fahrzeug oder Fahrzeugklasse definiert werden. Hierzu wurden mittlere Verbrauchswerte pro Euroklasse aus dem HBEFA mit Bezugsjahr 2009 genutzt. Betrachtet werden nur die Euroklassen, welche bei den Altfahrzeugen (Euro 0, 1 und 2) und Neufahrzeugen (Euro 4 und 5) anzutreffen sind. Pkw der Euroklasse 3 wiesen für die Verschrottung als Altfahrzeug ein zu geringes Alter auf und für Neufahrzeuge galt bereits der Mindeststandard Euro 4.

Der Kraftstoffverbrauch bezogen auf Liter pro 100 Kilometer ergibt sich aus den HBEFA Daten und der ÖNORM EN 228:2013: Kraftstoffe für Kraftfahrzeuge – Unverbleite Ottokraftstoffe [32], sowie der ÖNORM EN 590:2010: Kraftstoffe für Kraftfahrzeuge – Dieselmotorkraftstoff [33]. Aus dem HBEFA konnten die Daten über den Kraftstoffverbrauch für Benzin und Diesel, aufgeschlüsselt nach den relevanten Euroklassen, in Gramm pro Kilometer entnommen werden. Die Dichte für die Umrechnung auf Liter pro 100 Kilometer wurde als Mittelwert der Dichte der Kraftstoffe aus der ÖNORM EN 590:2004 berechnet. Für Benzin ergab dies 0,748 kg/L und für Diesel 0,833 kg/L. In Abbildung 14 und Abbildung 15 sind die mittleren Kraftstoffverbrauchsdaten für Benzin und Diesel dargestellt.

In Abbildung 14 ist zu erkennen, dass die Euroklasse 2 einen höheren Verbrauch an Benzin in Liter pro 100 Kilometer aufweist als die Euroklasse 1. Dies ist eventuell auf die längere Lebenszeit von Pkw einer höheren Fahrzeugklasse (Obere Mittelklasse, Oberklasse etc.) zurückzuführen, bei welchen der Kraftstoffverbrauch höher ist. Der Bezugspunkt für den Verbrauch liegt, wie bereits einleitend erwähnt, im Jahr 2009 in welchem nur mehr Pkw der Euroklasse 4 zugelassen werden durften.

Generell kann mittels Abbildung 14 die Aussage getroffen werden, dass die Differenz im Kraftstoffverbrauch zwischen den Euroklassen der Benzin-Altfahrzeuge (Euro 0, 1 und 2) relativ gering war. Bei den Euroklassen der Benzin-Neufahrzeuge (Euro 4 und 5) ist der Unterschied im Kraftstoffverbrauch größer als zwischen den Euroklassen der Benzin-Altfahrzeuge. Von Benzin-Euroklasse 2 auf 4 kann eine deutliche Verbesserung im Treibstoffverbrauch in Liter pro 100 Kilometer erkannt werden.

In Abbildung 15 ist der mittlere Kraftstoffverbrauch an Diesel für die Euroklassen der Alt- und Neufahrzeuge ersichtlich. Es lässt sich erkennen, dass die größte Reduktion des Kraftstoffverbrauchs von Euroklasse 0 auf 1 zu verzeichnen war. Von Euroklasse 1 auf 5 konnte nur eine geringe Änderung im Verbrauch festgestellt werden.

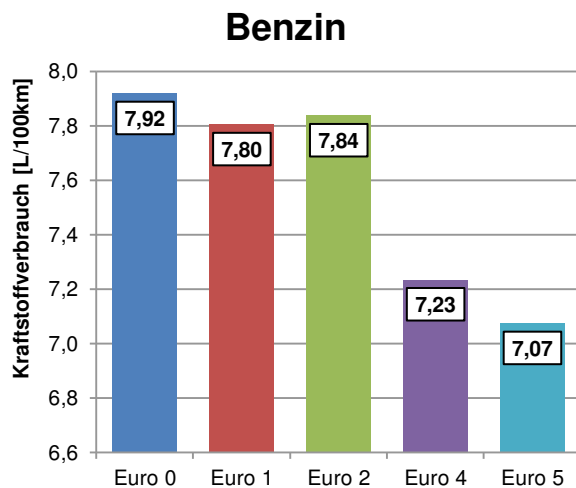


Abbildung 14: Mittlerer Kraftstoffverbrauch an Benzin laut HBEFA bei warmem Betriebszustand pro Euroklasse 2009 [2]

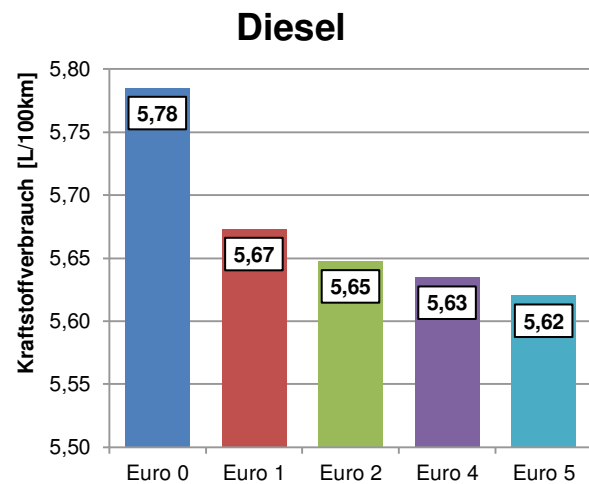


Abbildung 15: Mittlerer Kraftstoffverbrauch an Diesel laut HBEFA bei warmem Betriebszustand pro Euroklasse 2009 [2]

#### 4.1.2 Kraftstoffverbrauch durch Kaltstarts

Obwohl bei einem Kaltstart der Kraftstoffverbrauch bei einem Fahrzeug besonders hoch, verglichen mit dem warmen Betriebszustand ist, spielt der gesamte zusätzliche Kraftstoffverbrauch durch Kaltstarts nur eine mengenmäßig untergeordnete Rolle im Vergleich zum Verbrauch im warmen Betriebszustand. Dies ist mit hohen Reibungsverlusten durch kaltes Motoren- und Getriebeöl, welches sehr zähflüssig ist, zu erklären. Die Verbrennung in der Kaltstartphase wird bewusst schlecht eingestellt, damit eine höhere Abgastemperatur erreicht wird, welche zu einer besseren und schnelleren Erwärmung des Abgassystems führt. Denn die Katalysatoren und Abgasbehandlungsmaßnahmen funktionieren erst optimal beim Erreichen der Betriebstemperatur. [34]

Der zusätzliche Verbrauch an Kraftstoff bei einem Kaltstart der Neu- und Altfahrzeuge ist in Abbildung 16 für die benzingetriebenen und in Abbildung 17 für die dieselgetriebenen Fahrzeuge dargestellt. Die Datengrundlage für beide Abbildungen wurde dem HBEFA entnommen (in [g/Start]) und mit der mittleren Dichte der Treibstoffe laut ÖNORM EN 590:2004, wie bereits in Unterkapitel 4.1.1 erläutert, in Milliliter pro Start umgerechnet.

Für die Benzin-Pkw kann ein Anstieg des Kraftstoffverbrauchs von den Neu- auf die Altfahrzeuge erkannt werden. Der unwesentlich aber doch höhere Verbrauch der Euroklasse 2 im Vergleich zur Euroklasse 1 lässt sich wiederum durch die Altersstruktur der Altfahrzeuge und deren Klassen wie in Unterkapitel 4.1.1 erklären.

Die Diesel-Pkw verzeichnen einen Rückgang des Kraftstoffverbrauchs je höher die Euroklasse wird. Zwischen Euro 2 und Euro 4 kann man einen deutlichen Rückgang erkennen, sprich eine Verringerung beim Verbrauch von den Neu- auf die Altfahrzeuge.

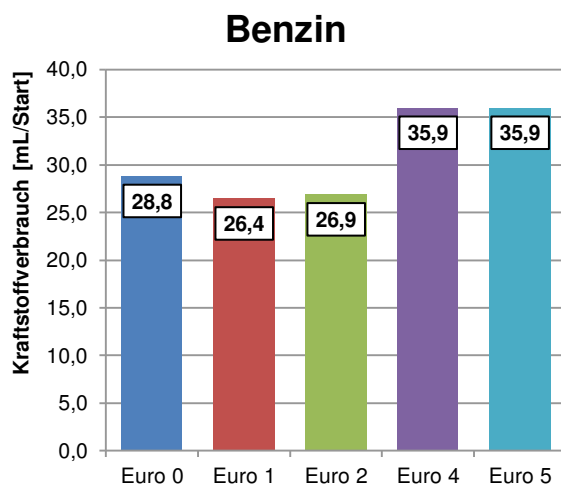


Abbildung 16: Mittlerer Kraftstoffverbrauch an Benzin laut HBEFA bei einem Kaltstart pro Euroklasse 2009 [2]

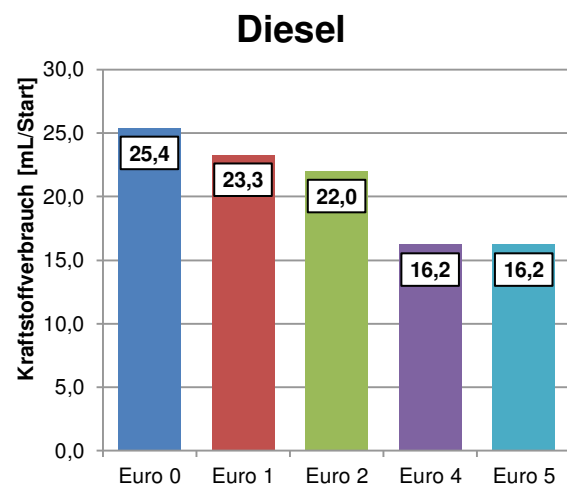


Abbildung 17: Mittlerer Kraftstoffverbrauch an Diesel laut HBEFA bei einem Kaltstart pro Euroklasse 2009 [2]

### 4.1.3 Kraftstoffverbrauch der Neufahrzeuge laut Herstellerangaben

In den folgenden Abbildungen (Abbildung 18 und Abbildung 19) ist der Kraftstoffverbrauch in Liter pro 100 km der Neufahrzeuge laut Herstellerangaben für Benzin und Diesel dargestellt.

Für Pkw mit Benzinantrieb liegt der Großteil der Verbrauchswerte (ca. 60 %) unter 6 L/100km. Der durchschnittliche Verbrauch aller Benzin-Neufahrzeuge lag bei 5,93 L/100km, was unter dem Verbrauch der Neufahrzeuge laut HBEFA (vgl. Abbildung 14) war. Die Kraftstoffverbrauchswerte laut HBEFA für Euro 4 Fahrzeuge (7,23 L/100km), welche den Großteil der Neufahrzeuge stellen, liegen rund 21 % unter dem Durchschnittswert der Herstellerangabe. Unter realen Betriebsbedingungen ist meist ein höherer Kraftstoffverbrauch als bei den seitens der Hersteller durchgeführten Fahrzyklen festzustellen.

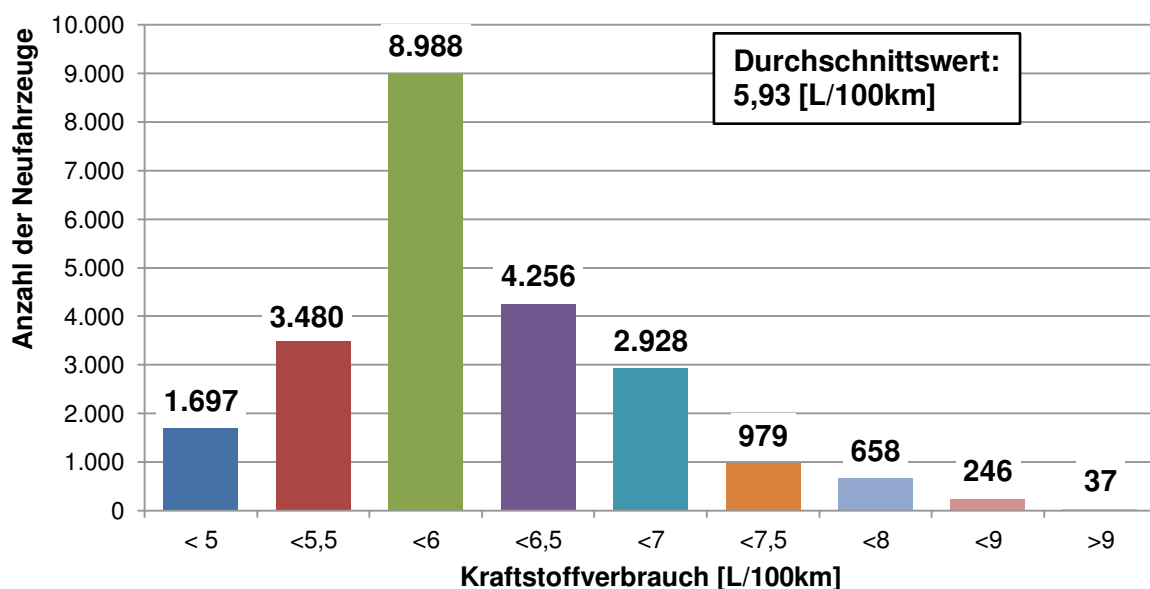


Abbildung 18: Kraftstoffverbrauch an Benzin der Neufahrzeuge laut Herstellerangaben [25]

Die Neufahrzeuge mit Dieselantrieb weisen Großteils (ca. 69 %) einen Verbrauch unter 5,5 L/100km auf. Der Durchschnitt aller Diesel-Neufahrzeuge lag bei 5,19 L/100km, was näher an den HBEFA Daten lag als der Durchschnittswert der Benzin-Neufahrzeuge. Um den Verbrauchswert laut HBEFA für Euro 4 Fahrzeuge (5,63 L/100km) zu erreichen, ist eine Steigerung des Durchschnittswertes um ca. 8,5 % nötig. Dieser Unterschied ist zwar geringer als bei den Benzinern aber vertretbar.

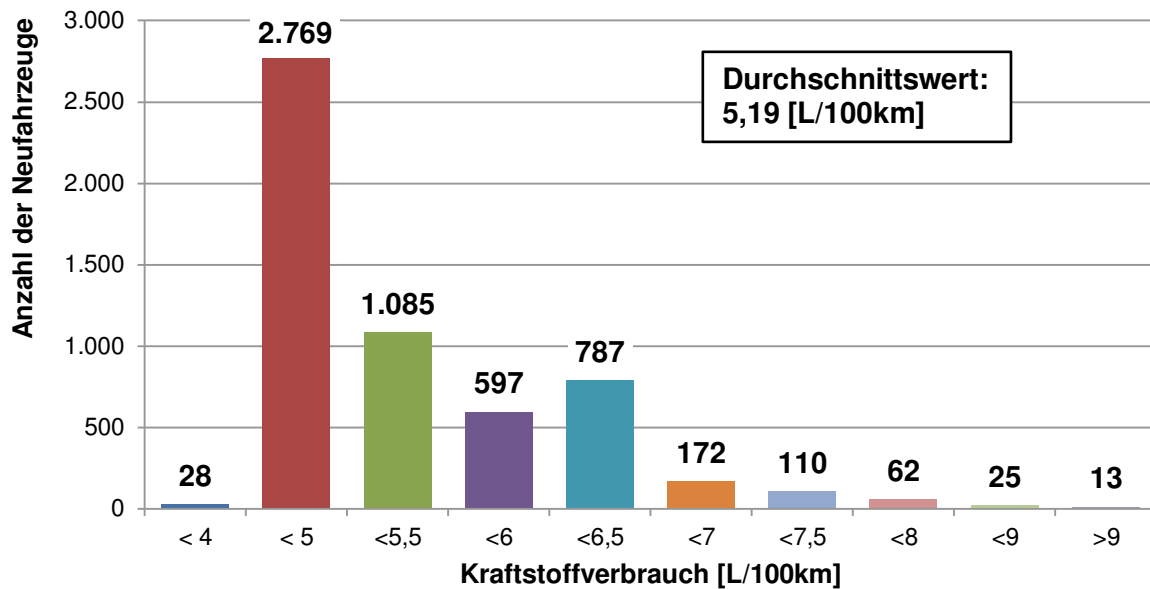


Abbildung 19: Kraftstoffverbrauch an Diesel der Neufahrzeuge laut Herstellerangaben [25]

#### 4.1.4 Zusammenfassung Kraftstoffverbrauch

Der aus dem vorangegangenen Unterkapiteln 4.1.1 und 4.1.2 dargestellte Kraftstoffverbrauch und die Änderungen durch die Differenz von Alt- zu Neufahrzeugen werden in diesem Unterkapitel tabellarisch dargestellt. Für Unterkapitel 4.1.3 wurde keine weitere Auswertung durchgeführt, da kein Vergleich zwischen Alt- und Neufahrzeugen aufgrund von Datenmangel möglich war.

Der Kraftstoffverbrauch wird in Massen- und Volums-Einheiten für den warmen Betriebszustand, sprich den normalen Fahrbetrieb und für die zusätzlichen Emissionen durch Kaltstarts pro Jahr analysiert. Die Verbrauchswerte sind auf die Euroklassen sowie Alt- und Neufahrzeuge gesamt und deren mittlere Verbrauchswerte bezogen. Des Weiteren wird unter Zuhilfenahme der Dichte von Benzin und Diesel eine Umrechnung auf den Verbrauch in Volums-Einheiten pro Jahr getätigt.

Bei der Betrachtung der gesamten Veränderung wird bei den Benzin-Pkw immer ein Mehrverbrauch resultieren, da die Anzahl der Benzin-Pkw bei den Neufahrzeugen höher ist als bei den verschrotteten (vgl. Kap. 3.1.3.1). Deshalb liegt die größere Aussagekraft für die Verbrauchsreduktion in der Differenz der mittleren Verbräuche zwischen den Alt- bzw. Neufahrzeugen.

In Tabelle 39 werden die Verbrauchsänderungen für den warmen Betriebszustand aus Unterkapitel 4.1.1 berechnet. Für die ausgewerteten Daten des betrachteten Jahres 2009 bedeutet dies einen Anstieg im Benzinverbrauch um ca. 0,9 % und eine Reduktion bei Diesel um ca. 27,6 %. Werden die mittleren Verbräuche angesehen, ergibt sich eine Verbrauchsreduktion bei Benzin von ca. 8 % und bei Diesel von ca. 1,3 %.

Tabelle 40 zeigt die zusammengefasste, dem Unterkapitel 4.1.1 zugehörige Betrachtung von Benzin- und Dieserverbrauch für den warmen Betriebszustand. Es ergab sich für die Massenbetrachtung eine Verringerung um ca. 7,2 % und für die Volums-Betrachtung eine Verringerung von ca. 6,6 %

In Tabelle 41 werden die Verbrauchsänderungen für Kaltstarts aus Unterkapitel 4.1.2 berechnet. Für die ausgewerteten Daten des betrachteten Jahres 2009 bedeutet dies einen Anstieg im Benzinverbrauch um ca. 44,1 % und eine Reduktion bei Diesel um ca. 50,2 %. Werden die mittleren Verbräuche betrachtet, ergibt sich eine Verbrauchssteigerung bei Benzin von ca. 31,4 % und bei Diesel eine Verbrauchsreduktion von ca. 32,1 %.

Tabelle 42 zeigt die dem Unterkapitel 4.1.2 zugehörige, zusammengefasste Betrachtung von Benzin- und Dieserverbrauch für Kaltstarts. Es ergab sich für die Massenbetrachtung eine Steigerung um ca. 19,5 % und für die Volums-Betrachtung eine Steigerung von ca. 21,4 %

In Tabelle 43 werden die Verbrauchsänderungen für den warmen Betriebszustand und die Kaltstarts zusammen berechnet. Für die ausgewerteten Daten des betrachteten Jahres 2009 bedeutet dies einen Anstieg in Benzinverbrauch um ca. 1,9 % und eine Reduktion bei Diesel um ca. 28 %. Wird der mittlere Verbrauch betrachtet, ergibt sich eine Verbrauchsreduktion bei Benzin von ca. 7,1 % und bei Diesel von ca. 1,9 %.

Tabelle 44 zeigt die der Tabelle 43 zugehörige Betrachtung des Benzin- und Dieserverbrauchs für den warmen Betriebszustand und der Kaltstarts zusammen. Es ergab sich für die Massenbetrachtung eine Verringerung um ca. 6,6 % und für die Volums-Betrachtung von ca. 6 %.

Tabelle 39: Veränderungen des Kraftstoffverbrauchs im warmen Betriebszustand – Benzin und Diesel getrennt

Kraftstoffverbrauch warmer Betriebszustand	BENZIN <sup>1</sup>					DIESEL <sup>1</sup>				
	Altfahrzeuge			Neufahrzeuge		Altfahrzeuge			Neufahrzeuge	
	Fahrleistung Benzin-Pkw: 10.964 [km/a*Pkw]; Dichte Benzin: 0,748 [kg/L]					Fahrleistung Diesel-Pkw: 14.815 [km/a*Pkw]; Dichte Diesel: 0,833 [kg/L]				
	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 4	Euro 5	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 4	Euro 5
Anzahl Pkw <sup>2</sup>	8.650	13.221	135	22.294	1.837	2.314	5.598	69	4.482	1.375
Verbrauch [g/km]	59,2	58,3	58,6	54,1	52,9	48,2	47,2	47,0	46,9	46,8
Verbrauch [kg/(a*Pkw)] <sup>3</sup>	649	640	642	593	580	713	700	696	695	693
Verbrauch [t/a]	5.614	8.456	87	13.219	1.065	1.651	3.917	48	3.114	953
gesamter Verbrauch [t/a]	14.157			14.284		5.616			4.068	
<b>Differenz gesamter Verbrauch</b>	<b>+ 127 [t/a] bzw. + 0,9 [%]</b>					<b>- 1.548 [t/a] bzw. - 27,6 [%]</b>				
mittlerer Verbrauch pro Pkw [kg/a] <sup>5</sup>	643			592		704			694	
<b>Differenz mittlerer Verbrauch pro Pkw</b>	<b>- 51 [kg/a] bzw. - 8,0 [%]</b>					<b>- 9 [kg/a] bzw. - 1,3 [%]</b>				
Verbrauch [L/100km] <sup>4</sup>	7,9	7,8	7,8	7,2	7,1	5,8	5,7	5,6	5,6	5,6
Verbrauch [L/(a*Pkw)] <sup>3</sup>	868	856	859	793	776	857	840	837	835	833
Verbrauch [m <sup>3</sup> /a]	7.510	11.313	116	17.684	1.425	1.983	4.705	58	3.741	1.145
gesamter Verbrauch [m <sup>3</sup> /a]	18.939			19.109		6.745			4.886	
<b>Differenz gesamter Verbrauch</b>	<b>+ 170 [m<sup>3</sup>/a] bzw. + 0,9 [%]</b>					<b>- 1.860 [m<sup>3</sup>/a] bzw. - 27,6 [%]</b>				
mittlerer Verbrauch pro Pkw [L/a] <sup>5</sup>	861			792		845			834	
<b>Differenz mittlerer Verbrauch pro Pkw</b>	<b>- 69 [L/a] bzw. - 8,0 [%]</b>					<b>- 11 [L/a] bzw. - 1,3 [%]</b>				

Tabelle 40: Veränderungen des Kraftstoffverbrauchs im warmen Betriebszustand – Benzin und Diesel zusammen

Kraftstoffverbrauch warmer Betriebszustand	BENZIN & DIESEL <sup>1</sup>	
	Altfahrzeuge	Neufahrzeuge
gesamter Verbrauch [t/a]	19.772	18.351
<b>Differenz gesamter Verbrauch</b>	<b>- 1.421 [t/a] bzw. - 7,2 [%]</b>	
gesamter Verbrauch [m <sup>3</sup> /a]	25.684	23.995
<b>Differenz gesamter Verbrauch</b>	<b>- 1.690 [m<sup>3</sup>/a] bzw. - 6,6 [%]</b>	

- 1...alle Angaben sind gerundet
- 2...Angaben zu Neu- und Altfahrzeugen sind aufgrund der verschiedenen Antriebsarten nicht deckungsgleich
- 3...Berechnung mittels Fahrleistung [30]
- 4...Berechnung mittels Dichte aus [32] & [33]
- 5...gesamter Verbrauch pro Anzahl an Pkw

Tabelle 41: Veränderungen des Kraftstoffverbrauchs für Kaltstarts – Benzin und Diesel getrennt

Kraftstoffverbrauch Kaltstart	BENZIN <sup>1</sup>					DIESEL <sup>1</sup>				
	Altfahrzeuge			Neufahrzeuge		Altfahrzeuge			Neufahrzeuge	
	Anzahl Kaltstarts pro Benzin-Pkw: 730 [Starts/a];			Dichte Benzin: 0,748 [kg/L]		Anzahl Kaltstarts pro Diesel-Pkw: 730 [Starts/a];			Dichte Diesel: 0,833 [kg/L]	
	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 4	Euro 5	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 4	Euro 5
Anzahl Pkw <sup>2</sup>	8.650	13.221	135	22.294	1.837	2.314	5.598	69	4.482	1.375
Verbrauch [g/Start]	21,5	19,8	20,1	26,9	26,9	21,1	19,4	18,3	13,5	13,5
Verbrauch [kg/(a*Pkw)] <sup>3</sup>	15,7	14,4	14,7	19,6	19,6	15,4	14,1	13,4	9,8	9,8
Verbrauch [t/a]	136	191	2	437	36	36	79	1	44	14
gesamter Verbrauch [t/a]	328			473		116			58	
<b>Differenz gesamter Verbrauch</b>	<b>+ 145 [t/a] bzw. + 44,1 [%]</b>					<b>- 58 [t/a] bzw. - 50,2 [%]</b>				
mittlerer Verbrauch pro Pkw [kg/a] <sup>5</sup>	14,9			19,6		14,5			9,8	
<b>Differenz mittlerer Verbrauch pro Pkw</b>	<b>+ 4,7 [kg/a] bzw. + 31,4 [%]</b>					<b>- 4,7 [kg/a] bzw. - 32,1 [%]</b>				
Verbrauch [mL/Start] <sup>4</sup>	28,8	26,4	26,9	35,9	35,9	25,4	23,3	22,0	16,2	16,2
Verbrauch [L/(a*Pkw)] <sup>3</sup>	21,0	19,3	19,6	26,2	26,2	18,5	17,0	16,0	11,8	11,8
Verbrauch [m <sup>3</sup> /a]	182	255	3	585	48	43	95	1	53	16
gesamter Verbrauch [m <sup>3</sup> /a]	439			633		139			69	
<b>Differenz gesamter Verbrauch</b>	<b>+ 194 [m<sup>3</sup>/a] bzw. + 44,1 [%]</b>					<b>- 70 [m<sup>3</sup>/a] bzw. - 50,2 [%]</b>				
mittlerer Verbrauch pro Pkw [L/a] <sup>5</sup>	20,0			26,2		17,4			11,8	
<b>Differenz mittlerer Verbrauch pro Pkw</b>	<b>+ 6,3 [L/a] bzw. + 31,4 [%]</b>					<b>- 5,6 [L/a] bzw. - 32,1 [%]</b>				

Tabelle 42: Veränderungen des Kraftstoffverbrauchs für Kaltstarts – Benzin und Diesel zusammen

Kraftstoffverbrauch Kaltstart	BENZIN & DIESEL <sup>1</sup>	
	Altfahrzeuge	Neufahrzeuge
gesamter Verbrauch [t/a]	444	531
<b>Differenz gesamter Verbrauch</b>	<b>+ 87 [t/a] bzw. + 19,5 [%]</b>	
gesamter Verbrauch [m <sup>3</sup> /a]	578	702
<b>Differenz gesamter Verbrauch</b>	<b>+ 124 [m<sup>3</sup>/a] bzw. + 21,4 [%]</b>	

- 1...alle Angaben sind gerundet
- 2...Angaben zu Neu- und Altfahrzeugen sind aufgrund der verschiedenen Antriebsarten nicht deckungsgleich
- 3...Berechnung mittels Annahme der Anzahl der Kaltstarts pro Jahr
- 4...Berechnung mittels Dichte aus [32] & [33]
- 5...gesamter Verbrauch pro Anzahl an Pkw



Tabelle 43: Veränderungen des Kraftstoffverbrauchs im warmen Betriebszustand zusätzlich der Kaltstarts – Benzin und Diesel getrennt

Kraftstoffverbrauch warmer Betriebszustand & Kaltstart	BENZIN <sup>1</sup>					DIESEL <sup>1</sup>				
	Altfahrzeuge			Neufahrzeuge		Altfahrzeuge			Neufahrzeuge	
	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 4	Euro 5	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 4	Euro 5
Anzahl Pkw <sup>2</sup>	8.650	13.221	135	22.294	1.837	2.314	5.598	69	4.482	1.375
Verbrauch [kg/(a*Pkw)]	665	654	657	613	599	729	714	710	705	703
Verbrauch [t/a]	5.750	8.647	89	13.656	1.101	1.687	3.996	49	3.159	967
gesamter Verbrauch [t/a]	14.485			14.757		5.731			4.125	
<b>Differenz gesamter Verbrauch</b>	<b>+ 272 [t/a] bzw. + 1,9 [%]</b>					<b>- 1.606 [t/a] bzw. – 28,0 [%]</b>				
mittlerer Verbrauch pro Pkw [kg/a] <sup>3</sup>	658,2			611,5		718,1			704,3	
<b>Differenz mittlerer Verbrauch pro Pkw</b>	<b>- 46,7 [kg/a] bzw. – 7,1 [%]</b>					<b>- 13,8 [kg/a] bzw. – 1,9 [%]</b>				
Verbrauch [L/(a*Pkw)]	889	875	879	819	802	876	857	853	847	844
Verbrauch [m <sup>3</sup> /a]	7.692	11.568	119	18.269	1.473	2.026	4.800	59	3.794	1.161
gesamter Verbrauch [m <sup>3</sup> /a]	19.378			19.742		6.884			4.955	
<b>Differenz gesamter Verbrauch</b>	<b>+ 364 [m<sup>3</sup>/a] bzw. + 1,9 [%]</b>					<b>- 1.929 [m<sup>3</sup>/a] bzw. – 28,0 [%]</b>				
mittlerer Verbrauch pro Pkw [L/a] <sup>3</sup>	881			818		863			846	
<b>Differenz mittlerer Verbrauch pro Pkw</b>	<b>- 62 [L/a] bzw. – 7,1 [%]</b>					<b>- 17 [L/a] bzw. – 1,9 [%]</b>				

Tabelle 44: Veränderungen des Kraftstoffverbrauchs im warmen Betriebszustand zusätzlich der Kaltstarts – Benzin und Diesel zusammen

Kraftstoffverbrauch warmer Betriebszustand & Kaltstart	BENZIN & DIESEL <sup>1</sup>	
	Altfahrzeuge	Neufahrzeuge
gesamter Verbrauch [t/a]	20.217	18.882
<b>Differenz gesamter Verbrauch</b>	<b>- 1.334 [t/a] bzw. – 6,6 [%]</b>	
gesamter Verbrauch [m <sup>3</sup> /a]	26.263	24.697
<b>Differenz gesamter Verbrauch</b>	<b>- 1.566 [m<sup>3</sup>/a] bzw. – 6,0 [%]</b>	

- 1...alle Angaben sind gerundet
- 2...Angaben zu Neu- und Altfahrzeugen sind aufgrund der verschiedenen Antriebsarten nicht deckungsgleich
- 3...gesamter Verbrauch pro Anzahl an Pkw

## 4.2 PM/PN Partikelemissionen

In diesem Unterkapitel werden die Partikelemissionen im warmen Betriebszustand und durch die Kaltstarts betrachtet. Die betrachteten Partikelemissionen (bezeichnet als PM für deren Masse und als PN für deren Anzahl) beziehen sich auf die gesamten Partikelemissionen. Bei modernen Pkw kann davon ausgegangen werden, dass kaum Partikel emittiert werden, die größer als  $PM_{10}$  sind.

Die Diesel-Pkw nehmen für diese Emissionsart gegenüber den Benzin-Pkw eine wichtigere Rolle ein, da durch die technologische Entwicklung (Diesel-Partikelfilter) bei den Dieselfahrzeugen ein sehr großes Einsparungspotenzial gegeben ist und bei Benzinfahrzeugen die Partikelemissionen generell wesentlich geringer sind.

Die Begriffe PM (englisch für Particular Matter) und PN (englisch für Particular Number) bezeichnen alle flüssigen und festen Bestandteile des Abgases. PM bezieht sich auf die Masse der Partikel und PN auf deren Anzahl. Bei einer unvollständigen Verbrennung entsteht ein komplexes heterogenes Gemisch, welches aus unterschiedlichen Stoffen zusammengesetzt ist. Der größte Bestandteil dieses Gemisches mit 60 bis 70 % ist verbrannter elementarer Kohlenstoff, welcher als Ruß bezeichnet wird. Die restlichen Komponenten stellen nichtverbrannte Kohlenwasserstoffe, Sulfate, Schwermetalle und andere Stoffe dar. [35]

Partikel werden in unterschiedliche Größenklassen eingeteilt. Zum Beispiel die auch als Feinstaub bezeichnete Größenklasse  $PM_{10}$  beinhaltet alle Teilchen, welche einen gröbenselektiven Lufteinlass passieren, der bei einem aerodynamischen Durchmesser von  $10\ \mu\text{m}$  einen Abscheidegrad von 50 % aufweist. Der aerodynamische Durchmesser eines Teilchens beliebiger Form, chemischer Zusammensetzung und Dichte ist gleich dem Durchmesser einer Kugel mit der Dichte von  $1\ \text{g/cm}^3$ , welche in ruhender oder wirbelfrei strömender Luft dieselbe Sinkgeschwindigkeit hat wie das betrachtete Teilchen. [35]

Die Umweltauswirkungen von Feinstaub sind, bezogen auf die betrachtete chemische Komponente dieses Stoffgemisches, unterschiedlich. Wirken beispielsweise Sulfat und Nitrat bodenversauernd, so weisen kalziumhaltige Staubanteile kalkende und somit Versauerung puffernde Wirkungen auf. Dies hat je nach Region Vor- und Nachteile. [35]

Die gesundheitlichen Auswirkungen für den Menschen gehen auf die physikalischen (Partikelgröße bzw. Einatmung) und chemischen (Reaktivität) Eigenschaften des Feinstaubes zurück. Eine gesundheitliche Beeinträchtigung durch Feinstaub ist das Ergebnis zahlreicher Studien. Insbesondere epidemiologische Studien weisen auf Änderungen der Lungenfunktion, Einschränkungen der Leistungsfähigkeit und Beeinträchtigung des Herz-Kreislaufsystems hin. Toxische Kohlenwasserstoffe (Aromaten, Polyzyklen), welche sich an den Partikeln anlagern, werden zum Teil als krebserregend eingestuft. [35]

### 4.2.1 Partikelanzahl PN bei warmem Betriebszustand

Das HBEFA gibt die Möglichkeit nicht nur die Partikelmasse darzustellen, sondern es enthält auch die Datengrundlage für die folgende Auswertung der Partikelanzahl.

In Abbildung 20 ist zu erkennen, dass die technologische Entwicklung der Ottomotoren und die Emissionsbegrenzung durch die Euroklassen (für Benzin-Pkw gibt es erst ab Euro 5 eine Emissionsbegrenzung für die Partikelmasse) den Ausstoß der Partikelanzahl für die Neufahrzeuge (Euro 4 und 5) gesenkt haben.

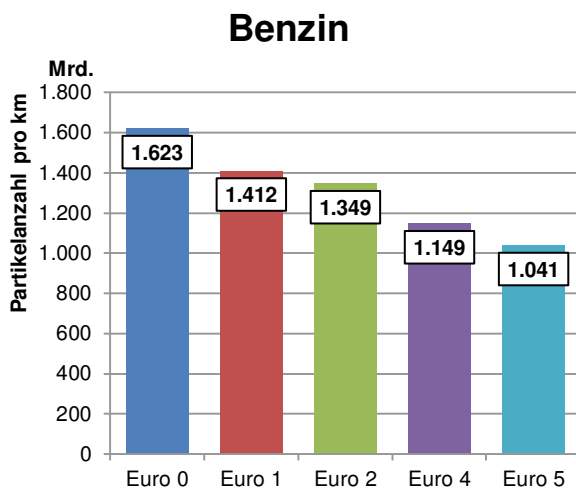


Abbildung 20: Mittlere emittierte Partikelanzahl bei Benzin-Antrieb laut HBEFA bei warmem Betriebszustand pro Euroklasse 2009 [2]

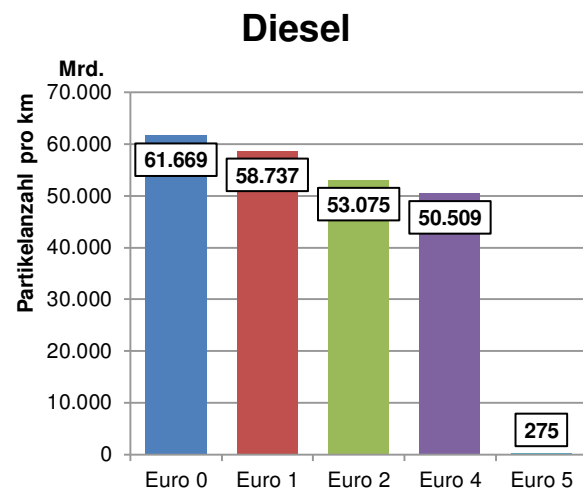


Abbildung 21: Mittlere emittierte Partikelanzahl bei Diesel-Antrieb laut HBEFA bei warmem Betriebszustand pro Euroklasse 2009 [2]

Die in Abbildung 21 dargestellten Partikelemissionen zeigen deutlich, dass durch die Einführung der Dieselpartikelfilter die Partikelemissionen gesenkt werden konnten. Die stetig niedriger werdenden zulässigen Grenzwerte durch die Euroklassen, haben dazu geführt, dass die Partikelemissionen bei Euro 5 Diesel-Pkw für das betrachtete Jahr 2009 geringer sind als die der Benzin-Pkw.

### 4.2.2 Partikelmasse PM bei warmem Betriebszustand

Die Partikelmassen verhalten sich anders als die Partikelanzahl, da die durch z.B. Partikelfilter geminderte Anzahl an Partikeln zum überwiegenden Teil die großen und dadurch schwereren Partikel betreffen.

In Abbildung 22 sind die Partikelmassen in Milligramm pro Kilometer bezogen auf die Euroklassen für die Benzin-Pkw angegeben. Die Neufahrzeuge (Euro 4 und 5) weisen gegenüber den Altfahrzeugen (Euro 0, 1 und 2) wesentlich geringere Werte auf. Der erhöhte Wert für die Partikelemissionsmasse bei den Euro 2 Fahrzeugen ist nicht schlüssig zu erklären. Eine mögliche Erklärung wäre, wie in Kap. 4.1.1 bereits erläutert, dass dies eventuell auf die längere Lebenszeit von jenen Pkw der Euro 2-Klasse, welche einer höheren Fahrzeugklasse (Obere Mittelklasse, Oberklasse etc.) mit höherem Kraftstoffverbrauch

angehören, zurückzuführen ist. Die Emissionswerte beziehen sich auf das Jahr 2009, in welchem nur mehr Euro 4 Fahrzeuge zugelassen werden durften.

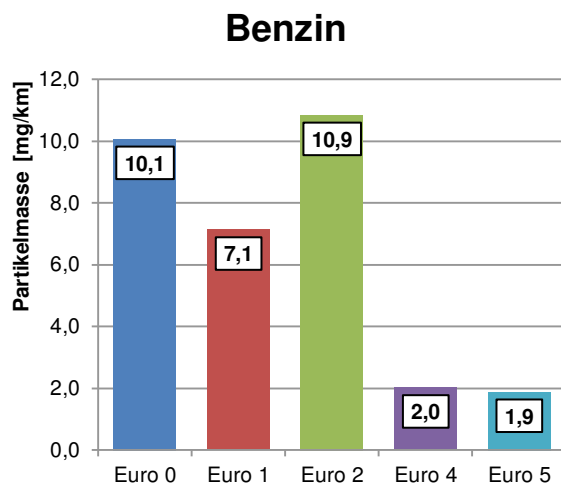


Abbildung 22: Mittlere emittierte Partikelmasse bei Benzin-Antrieb laut HBEFA bei warmem Betriebszustand pro Euroklasse 2009 [2]

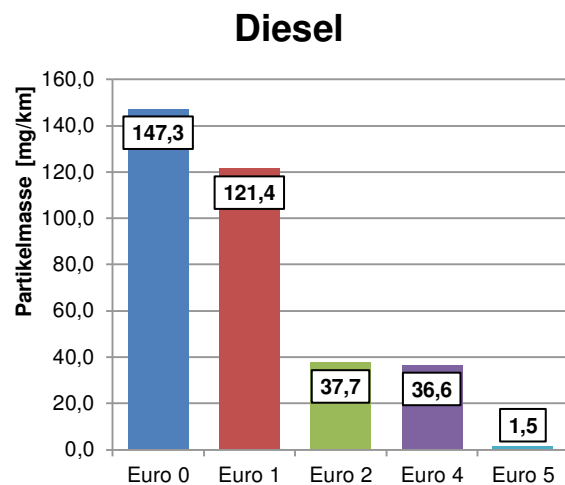


Abbildung 23: Mittlere emittierte Partikelmasse bei Diesel-Antrieb laut HBEFA bei warmem Betriebszustand pro Euroklasse 2009 [2]

Bei der Minderung der Partikelemissionsmassen der Diesel-Pkw in Abbildung 23 ist deutlich zu erkennen, dass von Euro 1 auf Euro 2 der größte Effekt zu verzeichnen ist. Bei den Euro 5 Fahrzeugen kann durch die verbesserte Technologie der Partikelfilter und die gesetzlichen Vorschriften nochmals eine deutliche Senkung erreicht werden. In Verbindung mit Abbildung 21 (Partikelanzahl) kann erkannt werden, dass die Anzahl der Partikel bei den Euroklassen 2 und 4 im Vergleich zu PN von Euro 5 um zwei Potenzen höher ist, die Partikelmassen sich jedoch nicht in diesem Ausmaß unterscheiden. Daraus kann man schließen, dass bei den Euroklassen 2 und 4 die größeren und schwereren Partikel abgeschieden werden und sich somit die Masse drastisch reduziert. Die Partikelfilter in den Euro 5 Fahrzeugen erfassen zusätzlich die kleineren Partikel.

### 4.2.3 Partikelmasse PM bei Kaltstarts

Wie bereits in Kap. 4.1.2 erläutert sind die Betriebsbedingungen bei einem Kaltstart nicht im Idealzustand und weisen deshalb relativ hohe Emissionen auf.

Im HBEFA sind nur die Daten für Diesel-Pkw und die Partikelmasse enthalten. Wie einleitend erwähnt spielen die Diesel-Pkw bei den Partikelemissionen eine wichtigere Rolle als die Benzin-Pkw. Das Fehlen der Daten für die Benzin-Pkw ist folglich tolerierbar und wirkt sich nicht markant auf die Berechnungen in weiterer Folge aus.

Abbildung 24 zeigt die mittleren Partikelemissionsmassen beim Kaltstart von Dieselfahrzeugen. Die einzige Euroklasse, die sich wesentlich von den anderen unterscheidet, ist die Klasse Euro 5. Dies kann auf die technologisch verbesserten Partikelfilter, die für die Einhaltung der Euro 5 Abgaswerte nötig waren, zurückgeführt werden.

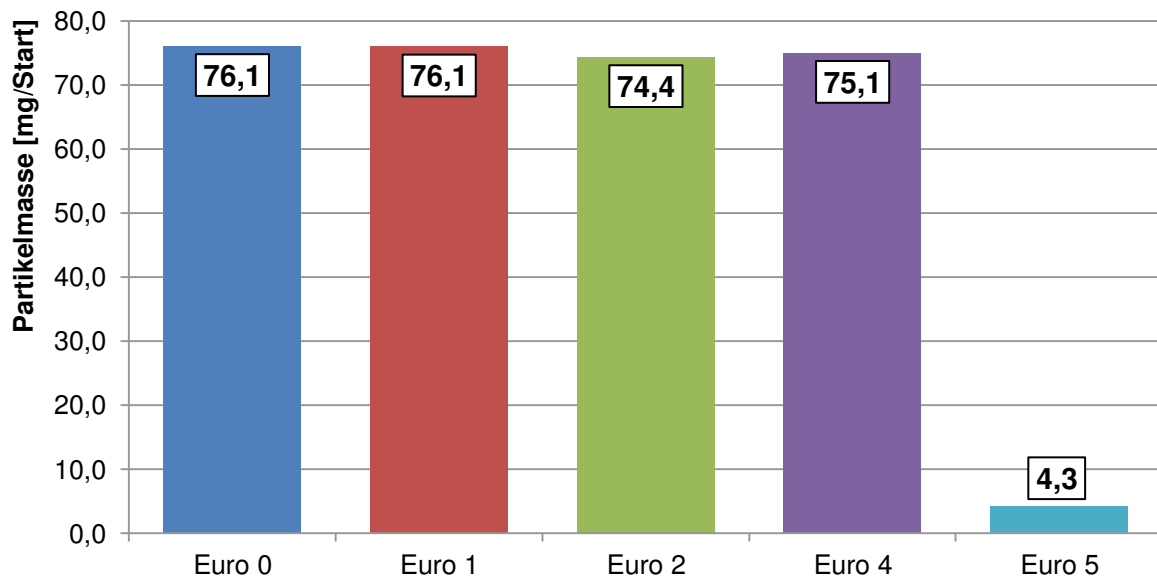


Abbildung 24: Mittlere emittierte Partikelmasse bei Diesel-Antrieb laut HBEFA pro Kaltstart und Euroklasse 2009 [2]

#### 4.2.4 Zusammenfassung Partikelemissionen

Die in den vorangegangenen Unterkapiteln 4.2.1, 4.2.2 und 4.2.3 dargestellten Partikelemissionen in PM und PN von Alt- zu Neufahrzeugen werden in diesem Unterkapitel tabellarisch dargestellt. Dies erfolgt für den warmen Betriebszustand, sprich den normalen Fahrbetrieb und für die zusätzlichen Emissionen durch Kaltstarts pro Jahr für Diesel-Pkw. Es werden die Änderungen durch die von der Ökoprämie 2009 ersetzten Fahrzeuge aufgeschlüsselt. Unterkapitel 4.2.3 behandelt nur die Kaltstartemissionen in PM der Diesel-Pkw, da weder Daten für die Benzin-Pkw noch die Angabe in PN zur Verfügung standen.

Obwohl es bei der Anzahl der Alt- und Neufahrzeug mit Benzinantrieb eine Differenz gibt (vgl. Kap. 3.1.3.1; Tabelle 36), kann man eine Reduktion der gesamten Partikelemissionen pro Jahr in PM und PN feststellen. Die fahrzeugspezifische Reduktion, also die mittlere Reduktion pro Jahr, zeigt eine höhere Reduktion bei den Benzin-Pkw gegenüber den gesamten Partikelemissionen. Bei den Diesel-Pkw verhält es sich gegensätzlich. Die gesamte Reduktion der Partikelemissionen ist höher als die Reduktion der fahrzeugspezifischen Partikelemissionen.

In Tabelle 45 werden die Partikelemissionen in PN für den warmen Betriebszustand aus Unterkapitel 4.2.1 berechnet. Die Emission an Partikeln durch die Benzin-Pkw reduziert sich gesamt um ca. 16,3 %. Bei Betrachtung der mittleren Emissionen kann bei den Benzin-Pkw eine Reduktion um ca. 23,7 % festgestellt werden. Die gesamte Emissionsreduktion durch die Diesel-Pkw liegt bei ca. 52,3 %. Für die mittleren Partikelemissionen ergibt sich eine Reduktion um ca. 35 %.

Tabelle 46 zeigt die gesamte Reduktion der Partikelanzahl PN für Benzin- und Dieselfahrzeuge für den warmen Betriebszustand. Die emittierte Partikelanzahl wurde durch die Ökoprämie 2009 um ca. 50,5 % gesenkt.

Tabelle 47 beschreibt die Partikelemissionen in PM für den warmen Betriebszustand aus Kap. 4.2.2. Die Partikelmassen werden im Vergleich zur Partikelanzahl stärker reduziert. Für Benzinfahrzeuge ergibt sich eine gesamte Reduktion um ca. 73,4 % und eine Reduktion der mittleren Partikelemissionen um rund 75,7 %. Die Dieselfahrzeuge kommen bei den gesamten Partikelemissionen auf eine Verringerung um ca. 83,7 % und bei den mittleren Partikelemissionen auf ca. 77,9 %.

In Tabelle 48 wird die Partikelemissionsreduktion in PM für den warmen Betriebszustand für Benzin- und Diesel-Pkw zusammen dargelegt. Die emittierte Partikelmasse wurde durch die Ökoprämie 2009 um ca. 82,5 % gesenkt.

Die Partikelemissionen in PM, die durch Kaltstarts verursacht werden, sind in Tabelle 49 angeführt. Diese Daten beziehen sich nur auf Dieselfahrzeuge. Es ergab sich eine Minderung der gesamten Partikelemissionen um rund 43,6 % und der mittleren Partikelemissionen um ca. 23,2 %.

Die Partikelemissionen in PM aus dem warmen Betriebszustand und den Kaltstarts wurden in Tabelle 50 zusammengefasst. Werden diese beiden Emissionsarten gemeinsam betrachtet, so ergibt sich eine Reduktion der gesamten Partikelemissionen um ca. 82,6 %. Die mittleren Partikelemissionen verringern sich um rund 76,3 %.

In Tabelle 51 werden die durch den warmen Betriebszustand bzw. die Kaltstarts verursachten Partikelemissionen in PM aus Tabelle 47 (nur Benzin) und Tabelle 50 zusammengefasst. Die resultierende Partikelreduktion in PM beträgt ca. 81,6 %.

Tabelle 45: Veränderungen der Partikelemissionsanzahl PN im warmen Betriebszustand – Benzin und Diesel getrennt

Partikelemissionen PN warmer Betriebszustand	BENZIN <sup>1</sup>					DIESEL <sup>1</sup>				
	Altfahrzeuge			Neufahrzeuge		Altfahrzeuge			Neufahrzeuge	
	Fahrleistung Benzin-Pkw: 10.964 [km/a*Pkw]					Fahrleistung Diesel-Pkw: 14.815 [km/a*Pkw]				
	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 4	Euro 5	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 4	Euro 5
Anzahl Pkw <sup>2</sup>	8.650	13.221	135	22.294	1.837	2.314	5.598	69	4.482	1.375
Emissionen [PN/km]	1,6*10 <sup>12</sup>	1,4*10 <sup>12</sup>	1,3*10 <sup>12</sup>	1,1*10 <sup>12</sup>	1,0*10 <sup>12</sup>	6,2*10 <sup>13</sup>	5,9*10 <sup>13</sup>	5,3*10 <sup>13</sup>	5,1*10 <sup>13</sup>	2,7*10 <sup>11</sup>
Emissionen [PN/(a*Pkw)] <sup>3</sup>	1,8*10 <sup>16</sup>	1,5*10 <sup>16</sup>	1,5*10 <sup>16</sup>	1,3*10 <sup>16</sup>	1,1*10 <sup>16</sup>	9,1*10 <sup>17</sup>	8,7*10 <sup>17</sup>	7,9*10 <sup>17</sup>	7,5*10 <sup>17</sup>	4,1*10 <sup>15</sup>
Emissionen [PN/a]	1,5*10 <sup>20</sup>	2,0*10 <sup>20</sup>	2,0*10 <sup>18</sup>	2,8*10 <sup>20</sup>	2,1*10 <sup>19</sup>	2,1*10 <sup>21</sup>	4,9*10 <sup>21</sup>	5,4*10 <sup>19</sup>	3,4*10 <sup>21</sup>	5,6*10 <sup>18</sup>
gesamte Emissionen [PN/a]	3,6*10 <sup>20</sup>			3,0*10 <sup>20</sup>		7,0*10 <sup>21</sup>			3,4*10 <sup>21</sup>	
Differenz gesamte Emissionen	- 5,9*10 <sup>19</sup> [PN/a] bzw. - 16,3 [%]					- 3,7*10 <sup>21</sup> [PN/a] bzw. - 52,3 [%]				
mittlere Emissionen pro Pkw [PN/a] <sup>4</sup>	1,6*10 <sup>16</sup>			1,3*10 <sup>16</sup>		8,8*10 <sup>17</sup>			5,7*10 <sup>17</sup>	
Differenz mittlere Emissionen pro Pkw	- 3,9*10 <sup>15</sup> [PN/a] bzw. - 23,7 [%]					- 3,1*10 <sup>17</sup> [PN/a] bzw. - 35,0 [%]				

Tabelle 46: Veränderungen der Partikelemissionsanzahl PN im warmen Betriebszustand – Benzin und Diesel zusammen

Partikelemissionen PN warmer Betriebszustand	BENZIN & DIESEL <sup>1</sup>	
	Altfahrzeuge	Neufahrzeuge
gesamte Emissionen [Partikel/a]	7,4*10 <sup>21</sup>	3,7*10 <sup>21</sup>
Differenz gesamte Emissionen	- 3,7*10 <sup>21</sup> [Partikel/a] bzw. - 50,5 [%]	

- 1...alle Angaben sind gerundet
- 2...Angaben zu Neu- und Altfahrzeugen sind aufgrund der verschiedenen Antriebsarten nicht deckungsgleich
- 3...Berechnung mittels Fahrleistung [30]
- 4...gesamte Emissionen pro Anzahl an Pkw

Tabelle 47: Veränderungen der Partikelemissionsmasse PM im warmen Betriebszustand – Benzin und Diesel getrennt

Partikelemissionen PM warmer Betriebszustand	BENZIN <sup>1</sup>					DIESEL <sup>1</sup>				
	Altfahrzeuge			Neufahrzeuge		Altfahrzeuge			Neufahrzeuge	
	Fahrleistung Benzin-Pkw: 10.964 [km/a*Pkw]					Fahrleistung Diesel-Pkw: 14.815 [km/a*Pkw]				
	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 4	Euro 5	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 4	Euro 5
Anzahl Pkw <sup>2</sup>	8.650	13.221	135	22.294	1.837	2.314	5.598	69	4.482	1.375
Emissionen [mg/km]	10,1	7,1	10,9	2,0	1,9	147,3	121,4	37,7	36,6	1,5
Emissionen [g/(a*Pkw)] <sup>3</sup>	110,5	78,3	119,0	22,3	20,7	2.182,9	1.799,2	558,7	542,9	22,3
Emissionen [kg/a]	955,7	1.035,2	16,1	496,5	38,1	5.051,1	10.071,7	38,6	2.433,4	30,7
gesamte Emissionen [kg/a]	2.007,0			534,6		15.161,3			2.464,1	
<b>Differenz gesamte Emissionen</b>	<b>- 1.472,4 [kg/a] bzw. – 73,4 [%]</b>					<b>- 12.697,2 [kg/a] bzw. – 83,7 [%]</b>				
mittlere Emissionen pro Pkw [g/a] <sup>4</sup>	91,2			22,2		1.899,7			420,7	
<b>Differenz mittlere Emissionen pro Pkw</b>	<b>- 69,0 [g/a] bzw. – 75,7 [%]</b>					<b>- 1.479,0 [g/a] bzw. – 77,9 [%]</b>				

Tabelle 48: Veränderungen der Partikelemissionsmasse PM im warmen Betriebszustand – Benzin und Diesel zusammen

Partikelemissionen PM warmer Betriebszustand	BENZIN & DIESEL <sup>1</sup>	
	Altfahrzeuge	Neufahrzeuge
gesamte Emissionen [t/a]	17,2	3,0
<b>Differenz gesamte Emissionen</b>	<b>- 14,2 [t/a] bzw. – 82,5 [%]</b>	

- 1...alle Angaben sind gerundet
- 2...Angaben zu Neu- und Altfahrzeugen sind aufgrund der verschiedenen Antriebsarten nicht deckungsgleich
- 3...Berechnung mittels Fahrleistung [30]
- 4...gesamte Emissionen pro Anzahl an Pkw



Tabelle 49: Veränderungen der Partikelemissionsmasse PM für Kaltstarts – Diesel

Partikelemissionen PM Kaltstart	DIESEL <sup>1</sup>				
	Altfahrzeuge			Neufahrzeuge	
	Anzahl Kaltstarts pro Pkw: 730 [Starts/a]				
	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 4	Euro 5
Anzahl Pkw <sup>2</sup>	2.314	5.598	69	4.482	1.375
Emissionen [mg/Start]	76,1	76,1	74,4	75,1	4,3
Emissionen [g/(a*Pkw)] <sup>3</sup>	55,6	55,5	54,3	54,8	3,1
Emissionen [kg/a]	128,6	310,9	3,7	245,6	4,3
gesamte Emissionen [kg/a]	443,3			249,9	
<b>Differenz gesamte Emissionen</b>	<b>- 193,3 [kg/a] bzw. – 43,6 [%]</b>				
mittlere Emissionen pro Pkw [g/a] <sup>4</sup>	55,5			42,7	
<b>Differenz mittlere Emissionen pro Pkw</b>	<b>- 12,9 [g/a] bzw. – 23,2 [%]</b>				

1...alle Angaben sind gerundet

2...Angaben zu Neu- und Altfahrzeugen sind aufgrund der verschiedenen Antriebsarten nicht deckungsgleich

3...Berechnung mittels Annahme der Anzahl der Kaltstarts pro Jahr

4...gesamte Emissionen pro Anzahl an Pkw

Tabelle 50: Veränderungen der Partikelemissionsmasse PM im warmen Betriebszustand zusätzlich Kaltstarts – Diesel

Partikelemissionen PM warmer Betriebszustand & Kaltstart	DIESEL <sup>1</sup>				
	Altfahrzeuge			Neufahrzeuge	
	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 4	Euro 5
Anzahl Pkw <sup>2</sup>	2.314	5.598	69	4.482	1.375
Emissionen [g/(a*Pkw)]	2.238,4	1.854,7	613,0	597,7	25,4
Emissionen [kg/a]	5.179,7	10.382,5	42,3	2.679,1	35,0
gesamte Emissionen [kg/a]	15.604,6			2.714,0	
<b>Differenz gesamte Emissionen</b>	<b>- 12.890,6 [kg/a] bzw. – 82,6 [%]</b>				
mittlere Emissionen pro Pkw [g/a] <sup>3</sup>	1.955,2			463,4	
<b>Differenz mittlere Emissionen pro Pkw</b>	<b>- 1.491,8 [g/a] bzw. – 76,3 [%]</b>				

1...alle Angaben sind gerundet

2...Angaben zu Neu- und Altfahrzeugen sind aufgrund der verschiedenen Antriebsarten nicht deckungsgleich

3...gesamte Emissionen pro Anzahl an Pkw

Tabelle 51: Veränderungen der Partikelemissionsmasse PM im warmen Betriebszustand zusätzlich Kaltstarts – Benzin und Diesel zusammen

Partikelemissionen PM warmer Betriebszustand & Kaltstart <sup>2</sup>	BENZIN & DIESEL <sup>1</sup>	
	Altfahrzeuge	Neufahrzeuge
gesamte Emissionen [t/a]	17,6	3,2
<b>Differenz gesamte Emissionen</b>	<b>- 14,4 [t/a] bzw. – 81,6 [%]</b>	

1...alle Angaben sind gerundet

2...Kaltstartemissionen sind nur für Pkw mit Dieselantrieb eingerechnet

### 4.3 Abgasemissionen

In diesem Unterkapitel werden die Abgasemissionen hinsichtlich des warmen Betriebszustandes, des Kaltstarts, der Verdampfung nach Motorabstellen und der Verdampfung infolge von Tankatmung untersucht. Aufgrund von unterschiedlichen Datenlagen konnten nicht für jede Abgaskomponente alle vorher genannten Emissionsarten betrachtet werden. In Tabelle 52 sind Abgaskomponenten und die jeweils betrachteten Emissionsarten grün dargestellt.

Tabelle 52: Untersuchte Emissionsarten für die jeweiligen Abgaskomponenten

Emissionsart	Abgaskomponenten							
	CO <sub>2</sub>	CO	SO <sub>2</sub>	NH <sub>3</sub>	NO <sub>x</sub>		HC	
					NO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> O	CH <sub>4</sub>	NMHC
								Benzol
warmer Betriebszustand	X	X	X	X	X	X	X	X
Kaltstart	X	X	X				X	X
Verdampfung nach Motorabstellen							X	X
Verdampfung infolge von Tankatmung							X	X

In den Motoren von Pkw werden fossile Brennstoffe wie Benzin und Diesel verbrannt, wodurch die für die Fortbewegung nötige Arbeit gewonnen wird, aber auch Verbrennungsprodukte gebildet werden. Ein geringer Teil dieser Abgasemissionen wird als schädlich erkannt, darunter fallen: Kohlenmonoxid (CO), unverbrannte Kohlenwasserstoffe (HC) und Stickstoffoxide NO<sub>x</sub> aus Abgasen von Ottomotoren (Bild 1.13) sowie zusätzlich noch Partikel-(Ruß-) Emissionen (PM) aus Abgasen von Dieselmotoren. [36]

In diesem Unterkapitel werden verschiedene Abgaskomponenten bzw. Gruppen betrachtet:

- CO<sub>2</sub> Kohlenstoffdioxid
- CO Kohlenstoffmonoxid
- SO<sub>2</sub> Schwefeldioxid
- NH<sub>3</sub> Ammoniak
- NO<sub>x</sub> Stickoxide (separat ausgewiesen: NO<sub>2</sub> Stickstoffdioxid; N<sub>2</sub>O Distickstoffmonoxid)
- HC Kohlenwasserstoffe (separat ausgewiesen: CH<sub>4</sub> Methan; NMHC Nicht Methan Kohlenwasserstoffe; C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> Benzol)

### 4.3.1 CO<sub>2</sub> Kohlenstoffdioxid

Kohlenstoffdioxid zählt neben Wasserdampf, Methan, Lachgas und weiteren weniger häufigen Gasen zu den Treibhausgasen. CO<sub>2</sub> ist ein Produkt in vielen wesentlichen natürlichen Prozessen wie z.B. der Zellatmung von Lebewesen. Es besteht der Verdacht, dass die anthropogene Freisetzung z.B. durch die Nutzung fossiler Brennstoffe das natürliche Gleichgewicht in der Erdatmosphäre stören und zu einer Temperaturerhöhung dieser führen könnte. [35]

Die Auswirkungen auf den Menschen durch die Freisetzung von CO<sub>2</sub> im Straßenverkehr spielen durch die rasche Verdünnung mit der Umgebungsluft keine wesentliche Rolle. Nichts desto trotz führen Konzentrationen in der Atemluft von 6 % bereits zu einer Beeinträchtigung und ab 10 % kann es bereits zum Erstickungstod kommen. [35]

Die CO<sub>2</sub>-Emissionen stehen in direktem Bezug zum Kraftstoffverbrauch. Im HBEFA sind definierte Umrechnungsfaktoren für die Verbrennung von Kraftstoff zu CO<sub>2</sub> hinterlegt. Für die vollständige Verbrennung von Benzin und Diesel wird der Umrechnungsfaktor 3,153 kg CO<sub>2</sub> pro kg Treibstoff verwendet.

Im HBEFA gibt es überdies die Möglichkeit die CO<sub>2</sub>-Emissionen ohne den Anteil des Biotreibstoffes, sprich ohne das nicht klimarelevante CO<sub>2</sub>, anzugeben. Die Umrechnungsfaktoren von Kraftstoffverbrauch auf CO<sub>2</sub>-Emissionen für diese „bereinigten“ Emissionen betragen für Benzin 2,99 kg CO<sub>2</sub> pro kg Treibstoff und für Diesel 2,895 kg CO<sub>2</sub> pro kg Treibstoff. Setzt man diese zwei Umrechnungsfaktoren in Bezug auf die gesamten CO<sub>2</sub>-Emissionen, ergibt dies wiederum zwei Faktoren (Benzin: 0,95; Diesel: 0,92) mit denen sich in weiterer Folge die Emissionen ohne den Biotreibstoffanteil berechnen lassen. In dieser Arbeit wird darauf verzichtet die Emissionen ohne den Biotreibstoffanteil explizit darzustellen, da alle Darstellungen nur um die oben genannten Faktoren verändert wären. Die Emissionen ohne den Biotreibstoffanteil werden allerdings in Kap. 4.3.1.4 in den Berechnungstabellen, mithilfe der erwähnten Faktoren, aus den gesamten CO<sub>2</sub>-Emissionen berechnet.

#### 4.3.1.1 CO<sub>2</sub>-Emissionen bei warmem Betriebszustand

Da die CO<sub>2</sub>-Emissionen in direktem Zusammenhang mit dem Kraftstoffverbrauch stehen, können hier dieselben Erläuterungen und Schlussfolgerungen wie in Unterkapitel 4.1.1 angenommen werden.

In Abbildung 25 und Abbildung 26 sind die mittleren CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Euroklasse bei warmem Betriebszustand für Benzin- und Diesel-Pkw dargestellt.

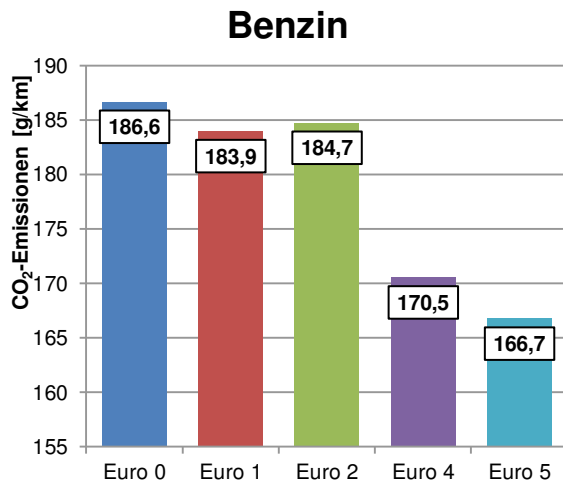


Abbildung 25: Mittlere CO<sub>2</sub>-Emissionen bei Benzin-Antrieb laut HBEFA bei warmem Betriebszustand je Euroklasse 2009 [2]

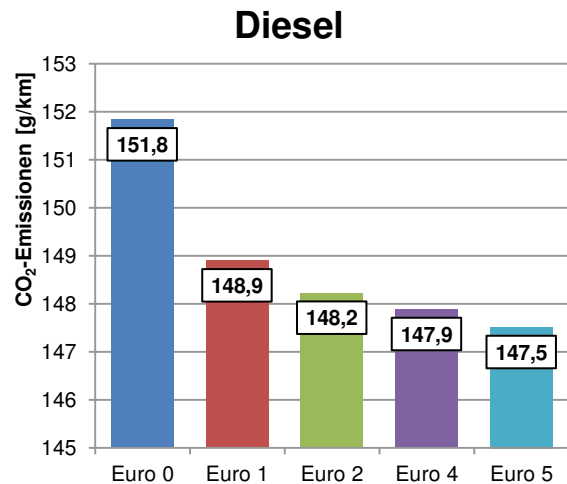


Abbildung 26: Mittlere CO<sub>2</sub>-Emissionen bei Diesel-Antrieb laut HBEFA bei warmem Betriebszustand je Euroklasse 2009 [2]

#### 4.3.1.2 CO<sub>2</sub>-Emissionen durch Kaltstarts

Da die CO<sub>2</sub>-Emissionen in direktem Zusammenhang mit dem Kraftstoffverbrauch stehen, können hier dieselben Erläuterungen und Schlussfolgerungen wie in Unterkapitel 4.1.2 angenommen werden.

In Abbildung 27 und Abbildung 28 sind die mittleren CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Euroklasse bei Kaltstarts für Benzin- und Diesel-Pkw dargestellt.

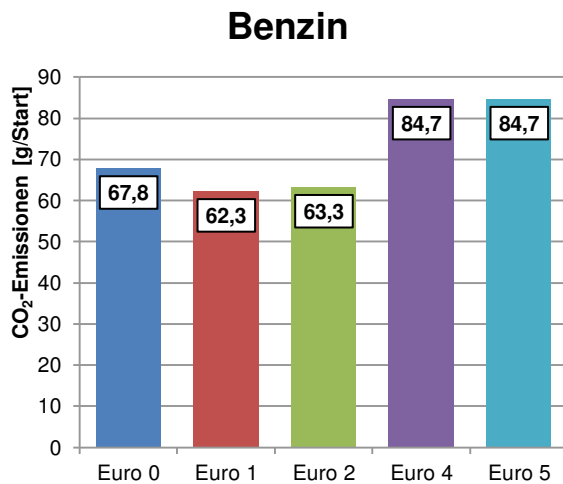


Abbildung 27: Mittlere CO<sub>2</sub>-Emissionen bei Benzin-Antrieb laut HBEFA pro Kaltstart und Euroklasse 2009 [2]

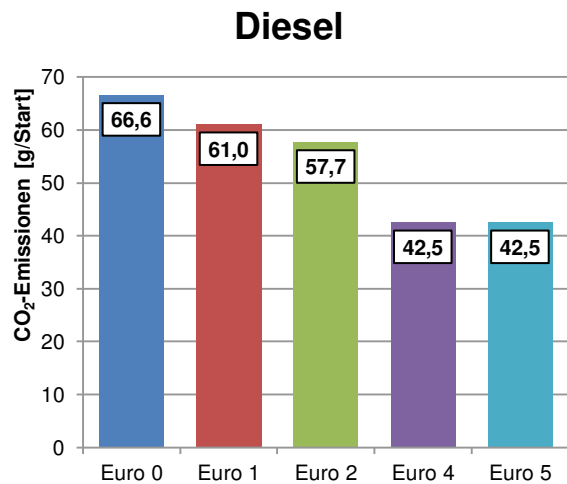


Abbildung 28: Mittlere CO<sub>2</sub>-Emissionen bei Diesel-Antrieb laut HBEFA pro Kaltstart und Euroklasse 2009 [2]

#### 4.3.1.3 CO<sub>2</sub>-Emissionen der Neufahrzeuge laut Herstellerangaben

In den folgenden Abbildungen (Abbildung 29 und Abbildung 30) ist der CO<sub>2</sub>-Ausstoß der Neufahrzeuge in Gramm pro Kilometer laut Herstellerangaben für Benzin und Diesel dargestellt.

Für Pkw mit Benzinantrieb lag gut die Hälfte der CO<sub>2</sub>-Emissionswerte (ca. 54 %) unter 140 g/km. Die durchschnittlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen aller Benzin-Neufahrzeuge lag bei 140,5 g/km, was unter den Emissionen der Neufahrzeuge laut HBEFA (vgl. Abbildung 25) war. Um die CO<sub>2</sub>-Emissionswerte laut HBEFA für Euro 4 Neufahrzeuge (170,5 g/km), welche den Großteil der Neufahrzeuge stellen, zu erreichen, sind dem Durchschnittswert der Herstellerangabe ca. 21 % hinzuzurechnen. Die CO<sub>2</sub>-Emissionen sind, wie der Kraftstoffverbrauch, unter realen Betriebsbedingungen meist höher als bei den Angaben der Hersteller, die auf Fahrzyklen beruhen.

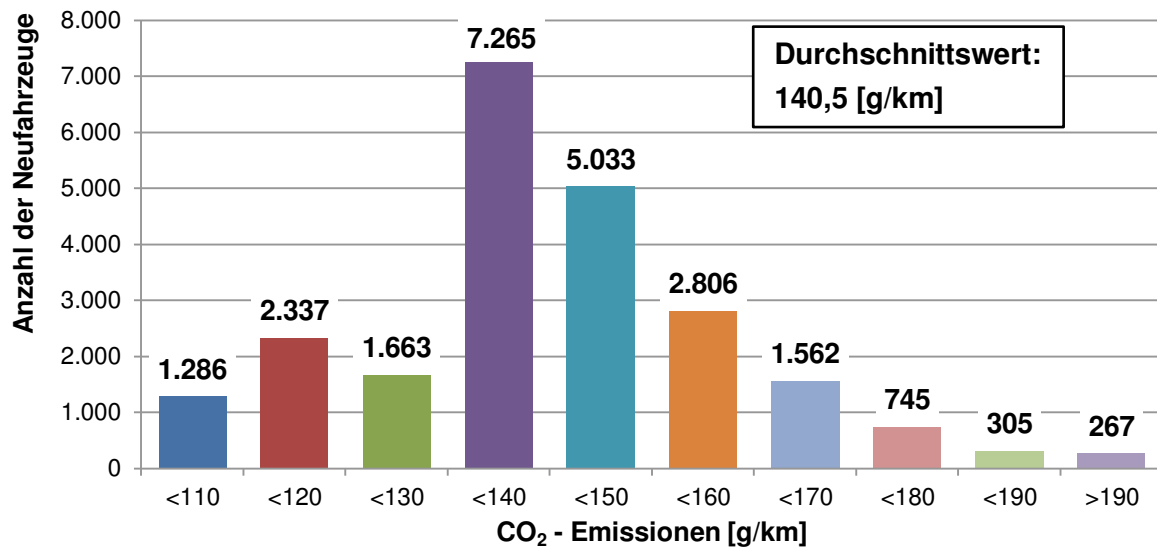


Abbildung 29: CO<sub>2</sub>-Emissionen durch Benzin der Neufahrzeuge laut Herstellerangaben [25]

Die Neufahrzeuge mit Dieselantrieb weisen Großteiles (ca. 64 %) CO<sub>2</sub>-Emissionswerte unter 140 g/km auf. Der Durchschnitt aller Diesel-Neufahrzeuge lag bei 136,9 g/km, was näher an den HBEFA Daten lag als der Durchschnittswert der Benzin-Neufahrzeuge. Um die CO<sub>2</sub>-Emissionswerte laut HBEFA für Euro 4 Fahrzeuge (147,9 g/km) zu erreichen, ist eine Steigerung des Durchschnittswertes um ca. 8 % nötig.

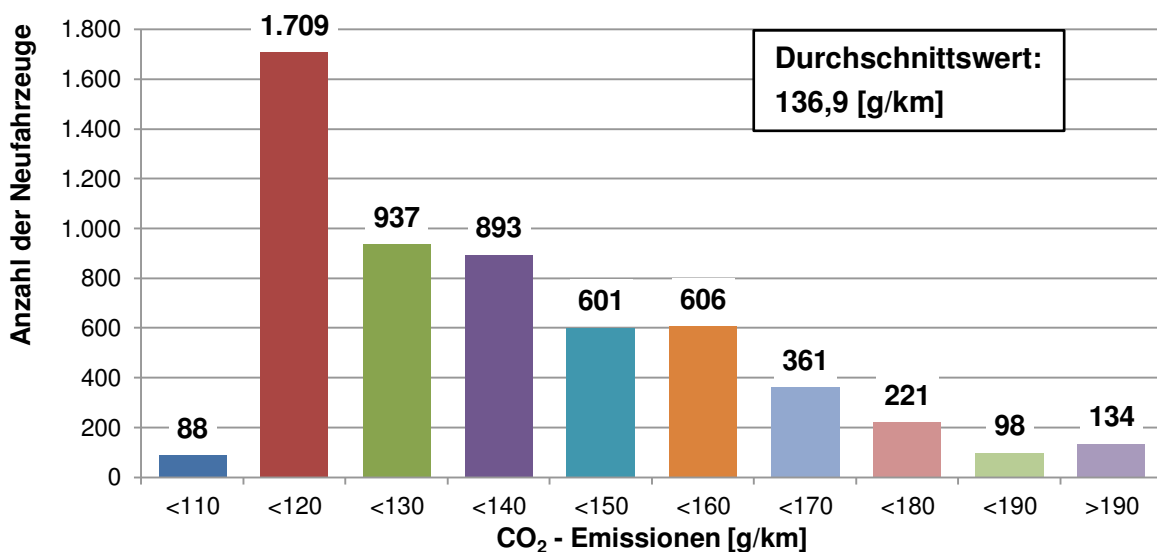


Abbildung 30: CO<sub>2</sub>-Emissionen durch Diesel der Neufahrzeuge laut Herstellerangaben [25]

#### 4.3.1.4 Zusammenfassung CO<sub>2</sub>-Emissionen

Durch den direkten Zusammenhang zwischen Kraftstoffverbrauch und CO<sub>2</sub>-Emissionen sind die Veränderungen für den CO<sub>2</sub>-Ausstoß prozentual gesehen gleich wie für den Kraftstoffverbrauch. Unterschiede gibt es nur bei den CO<sub>2</sub>-Emissionen ohne den Anteil der biogenen Treibstoffe, wenn dieser gesamt betrachtet wird. Die CO<sub>2</sub>-Emissionen ohne den Anteil der biogenen Treibstoffe werden, wie bereits einleitend erwähnt, nicht so detailliert dargestellt wie die gesamten CO<sub>2</sub>-Emissionen, da es sich nur um eine Veränderung um einen Faktor handelt.

Wie in den vorangegangenen Kapiteln bereits erwähnt, ist die Datenlage für manche Auswertungen unzureichend. Dies trifft auch auf Unterkapitel 4.3.1.3 zu, da keine Herstellerdaten für die Altfahrzeuge vorhanden waren. Die Unterkapitel 4.3.1.1 und 4.3.1.2 werden in Bezug auf die Veränderungen der CO<sub>2</sub>-Emissionen einzeln tabellarisch ausgewertet und zu einer Gesamtauswertung verknüpft.

Wie bereits in Unterkapitel 4.1.4 erläutert, kommt es bei der Betrachtung der Benzin-Fahrzeuge immer zu einem Anstieg der CO<sub>2</sub>-Emissionen. Der Grund dafür liegt darin, dass der Anteil der Benzin-Pkw bei den Neufahrzeugen höher ist als bei den Altfahrzeugen (vgl. Kap. 3.1.3.1). Für Diesel-Pkw verhält es sich genau entgegengesetzt. Ein direkter Vergleich zwischen Alt- und Neufahrzeugen in Bezug auf die Antriebsart ist mit den mittleren Emissionswerten gegeben.

Die Veränderungen der CO<sub>2</sub>-Emissionen im warmen Betriebszustand sind für Benzin und Diesel-Fahrzeuge getrennt in Tabelle 53 aufgelistet. Unabhängig von der Betrachtung mit oder ohne Biotreibstoffe ergibt sich für die Benzin-Pkw eine Steigerung der gesamten CO<sub>2</sub>-Emissionen um rund 0,9 %. Für Diesel-Pkw sinken die gesamten CO<sub>2</sub>-Emissionen um ca. 27,6 %. Die mittleren CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Pkw verzeichnen jedoch sowohl bei Diesel-Pkw als auch bei Benzin-Pkw einen Rückgang (Benzin-Pkw um ca. 8 %; Diesel-Pkw um ca. 1,3 %).

In Tabelle 54 sind die gesamten CO<sub>2</sub>-Emissionen für Benzin und Diesel-Fahrzeuge für den warmen Betriebszustand dargestellt. Hier lässt sich der vorher erwähnte Unterschied zwischen der Betrachtung mit und ohne Biotreibstoffe erkennen. Die gesamten CO<sub>2</sub>-Emissionen mit Biotreibstoffen verringerten sich um ca. 7,2 %. Ohne die Biotreibstoffe konnte eine Verringerung um ca. 7 % festgestellt werden. Dieser Unterschied resultiert aus der Abweichung im Anteil an Biotreibstoff bei Benzin (ca. 5 %) und Diesel (ca. 8 %).

Die Auswertung der durch Kaltstarts verursachten CO<sub>2</sub>-Emissionen ist in Tabelle 55 für Benzin und Diesel-Pkw getrennt ersichtlich. Wiederum ergibt sich hier kein prozentualer Unterschied zwischen den CO<sub>2</sub>-Emissionen mit oder ohne Biotreibstoffanteil. Für Benzin-Pkw wurde bei den gesamten CO<sub>2</sub>-Emissionen eine Steigerung um rund 44,1 % ermittelt. Die Diesel-Pkw verzeichnen einen Rückgang um ca. 50,2 %. Bei der Betrachtung der mittleren CO<sub>2</sub>-Emissionen steigerten sich die Benzin-Pkw um ca. 31,4 %. Diese Steigerung kann eventuell auf eine nicht ideal eingestellte Verbrennung zurückgeführt werden (siehe

Kap. 4.1.2). Die Diesel-Pkw weisen auch bei den mittleren CO<sub>2</sub>-Emissionen eine Senkung um rund 32,1 % auf.

Durch den allgemein hohen Anteil an Benzin-Fahrzeugen ist bei der Analyse der Benzin- und Diesel-Fahrzeuge gemeinsam, in Tabelle 56, eine deutliche Steigerung der gesamten CO<sub>2</sub>-Emissionen um ungefähr 19,5 % zu erkennen. Ohne den Biotreibstoffanteil beträgt die Steigerung sogar rund 20,1 %. Die Erklärung hierfür liegt wiederum im unterschiedlichen Biotreibstoffanteil in Benzin (ca. 5 %) und Diesel (ca. 8 %).

In Tabelle 57 sind die CO<sub>2</sub>-Emissionen während des warmen Betriebszustandes gemeinsam mit denen während des Kaltstarts dargestellt (Benzin- und Diesel-Pkw getrennt). Durch die hohen Kaltstartemissionen bei Benzin-Fahrzeugen erhöhte sich der CO<sub>2</sub>-Ausstoß im Vergleich zu den CO<sub>2</sub>-Emissionen im warmen Betriebszustand um ungefähr ein Prozent auf ca. 1,9 %. Bei den Diesel-Fahrzeugen ist umgekehrt eine weitere Verringerung um ca. 0,4 % auf rund 28 % zu verzeichnen. Bei der mittleren Betrachtung verhält es sich logischerweise ähnlich wie bei den Gesamtemissionen. Die Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen, warm und kalt im Vergleich zum warmen Betriebszustand, bei den Benzin-Pkw fiel geringer aus und erhöhte sich bei den Diesel-Pkw. Für die Benzin-Pkw ergab sich eine Senkung der CO<sub>2</sub>-Emissionen um ca. 7,1 % und die CO<sub>2</sub>-Emissionen bei den Diesel-Pkw verringerten sich um ca. 1,9 %.

Tabelle 58 enthält die Auswertung des warmen Betriebszustands zusätzlich der Kaltstarts für Benzin und Diesel-Fahrzeuge gemeinsam. Für die gesamten CO<sub>2</sub>-Emissionen wurde eine Verringerung um ca. 6,6 % errechnet. Die CO<sub>2</sub>-Emissionen ohne den Biotreibstoffanteil ergaben eine Reduktion um rund 6,4 %.

Tabelle 53: Veränderungen der CO<sub>2</sub>-Emissionen im warmen Betriebszustand – Benzin und Diesel getrennt

CO <sub>2</sub> -Emissionen warmer Betriebszustand	BENZIN <sup>1</sup>					DIESEL <sup>1</sup>				
	Altfahrzeuge			Neufahrzeuge		Altfahrzeuge			Neufahrzeuge	
	Fahrleistung Benzin-Pkw: 10.964 [km/a*Pkw]					Fahrleistung Diesel-Pkw: 14.815 [km/a*Pkw]				
	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 4	Euro 5	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 4	Euro 5
Anzahl Pkw <sup>2</sup>	8.650	13.221	135	22.294	1.837	2.314	5.598	69	4.482	1.375
Emissionen [g/km]	187	184	185	171	167	152	149	148	148	148
Emissionen [kg/(a*Pkw)] <sup>3</sup>	2.046	2.017	2.025	1.870	1.828	2.249	2.206	2.196	2.191	2.185
Emissionen [t/a]	17.700	26.663	273	41.679	3.358	5.205	12.349	152	9.820	3.005
gesamte Emissionen [t/a]	44.636			45.037		17.706			12.825	
<b>Differenz gesamte Emissionen</b>	<b>+ 400 [t/a] bzw. + 0,9 [%]</b>					<b>- 4.881 [t/a] bzw. – 27,6 [%]</b>				
mittlere Emissionen pro Pkw [kg/a] <sup>4</sup>	2.028			1.866		2.219			2.190	
<b>Differenz mittlere Emissionen pro Pkw</b>	<b>- 162 [kg/a] bzw. – 8,0 [%]</b>					<b>- 29 [kg/a] bzw. – 1,3 [%]</b>				
<b>Ohne den Anteil an CO<sub>2</sub>-Emissionen aus Biotreibstoffen<sup>5</sup></b>										
gesamte Emissionen [t/a]	42.325			42.705		16.257			11.775	
<b>Differenz gesamte Emissionen</b>	<b>+ 380 [t/a] bzw. + 0,9 [%]</b>					<b>- 4.482 [t/a] bzw. – 27,6 [%]</b>				
mittlere Emissionen pro Pkw [kg/a] <sup>4</sup>	1.923			1.770		2.037			2.010	
<b>Differenz mittlere Emissionen pro Pkw</b>	<b>- 154 [kg/a] bzw. – 8,0 [%]</b>					<b>- 26 [kg/a] bzw. – 1,3 [%]</b>				

Tabelle 54: Veränderungen der CO<sub>2</sub>-Emissionen im warmen Betriebszustand – Benzin und Diesel zusammen

CO <sub>2</sub> -Emissionen warmer Betriebszustand	BENZIN & DIESEL <sup>1</sup>	
	Altfahrzeuge	Neufahrzeuge
gesamte Emissionen [t/a]	62.342	57.862
<b>Differenz gesamte Emissionen</b>	<b>- 4.481 [t/a] bzw. – 7,2 [%]</b>	
<b>Ohne den Anteil an CO<sub>2</sub>-Emissionen aus Biotreibstoffen<sup>5</sup></b>		
gesamte Emissionen [t/a]	58.583	54.481
<b>Differenz gesamte Emissionen</b>	<b>- 4.102 [t/a] bzw. – 7,0 [%]</b>	

- 1...alle Angaben sind gerundet
- 2...Angaben zu Neu- und Altfahrzeugen sind aufgrund der verschiedenen Antriebsarten nicht deckungsgleich
- 3...Berechnung mittels Fahrleistung [30]
- 4...gesamte Emissionen pro Anzahl an Pkw
- 5...Berechnung mittels der Reduktionsfaktoren für Benzin: 0,95 und Diesel: 0,92 (siehe Kap. 4.3.1)



Tabelle 55: Veränderungen der CO<sub>2</sub>-Emissionen für Kaltstarts – Benzin und Diesel getrennt

CO <sub>2</sub> -Emissionen Kaltstart	BENZIN <sup>1</sup>					DIESEL <sup>1</sup>				
	Altfahrzeuge			Neufahrzeuge		Altfahrzeuge			Neufahrzeuge	
	Anzahl Kaltstarts pro Benzin-Pkw: 730 [Starts/a]					Anzahl Kaltstarts pro Benzin-Pkw: 730 [Starts/a]				
	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 4	Euro 5	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 4	Euro 5
Anzahl Pkw <sup>2</sup>	8.650	13.221	135	22.294	1.837	2.314	5.598	69	4.482	1.375
Emissionen [g/Start]	67,8	62,3	63,3	84,7	84,7	66,6	61,0	57,7	42,5	42,5
Emissionen [kg/(a*Pkw)] <sup>3</sup>	49,5	45,5	46,2	61,8	61,8	48,6	44,6	42,1	31,0	31,0
Emissionen [t/a]	428,4	601,1	6,2	1.378,4	113,6	112,5	249,5	2,9	139,1	42,7
gesamte Emissionen [t/a]	1.036			1.492		365			182	
<b>Differenz gesamte Emissionen</b>	<b>+ 456 [t/a] bzw. + 44,1 [%]</b>					<b>- 183 [t/a] bzw. - 50,2 [%]</b>				
mittlere Emissionen pro Pkw [kg/a] <sup>4</sup>	47,1			61,8		45,7			31,0	
<b>Differenz mittlere Emissionen pro Pkw</b>	<b>+ 14,8 [kg/a] bzw. + 31,4 [%]</b>					<b>- 14,7 [kg/a] bzw. - 32,1 [%]</b>				
<b>Ohne den Anteil an CO<sub>2</sub>-Emissionen aus Biotreibstoffen<sup>5</sup></b>										
gesamte Emissionen [t/a]	982			1.415		335			167	
<b>Differenz gesamte Emissionen</b>	<b>+ 433 [t/a] bzw. + 44,1 [%]</b>					<b>- 168 [t/a] bzw. - 50,2 [%]</b>				
mittlere Emissionen pro Pkw [kg/a] <sup>4</sup>	44,6			58,6		42,0			28,5	
<b>Differenz mittlere Emissionen pro Pkw</b>	<b>+ 14 [kg/a] bzw. + 31,4 [%]</b>					<b>- 13,5 [kg/a] bzw. - 32,1 [%]</b>				

Tabelle 56: Veränderungen der CO<sub>2</sub>-Emissionen für Kaltstarts – Benzin und Diesel zusammen

CO <sub>2</sub> -Emissionen Kaltstart	BENZIN & DIESEL <sup>1</sup>	
	Altfahrzeuge	Neufahrzeuge
gesamte Emissionen [t/a]	1.401	1.674
<b>Differenz gesamte Emissionen</b>	<b>+ 273 [t/a] bzw. + 19,5 [%]</b>	
<b>Ohne den Anteil an CO<sub>2</sub>-Emissionen aus Biotreibstoffen<sup>5</sup></b>		
gesamte Emissionen [t/a]	1.317	1.582
<b>Differenz gesamte Emissionen</b>	<b>+ 265 [t/a] bzw. + 20,1 [%]</b>	

- 1...alle Angaben sind gerundet
- 2...Angaben zu Neu- und Altfahrzeugen sind aufgrund der verschiedenen Antriebsarten nicht deckungsgleich
- 3...Berechnung mittels Annahme der Anzahl der Kaltstarts pro Jahr
- 4...gesamte Emissionen pro Anzahl an Pkw
- 5...Berechnung mittels der Reduktionsfaktoren für Benzin: 0,95 und Diesel: 0,92 (siehe Kap. 4.3.1)

Tabelle 57: Veränderungen der CO<sub>2</sub>-Emissionen im warmen Betriebszustand zusätzlich der Kaltstarts – Benzin und Diesel getrennt

CO <sub>2</sub> -Emissionen warmer Betriebszustand & Kaltstart	BENZIN <sup>1</sup>					DIESEL <sup>1</sup>				
	Altfahrzeuge			Neufahrzeuge		Altfahrzeuge			Neufahrzeuge	
	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 4	Euro 5	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 4	Euro 5
Anzahl Pkw <sup>2</sup>	8.650	13.221	135	22.294	1.837	2.314	5.598	69	4.482	1.375
Emissionen [kg/(a*Pkw)]	2.096	2.062	2.071	1.931	1.890	2.298	2.251	2.238	2.222	2.216
Emissionen [t/a]	18.128	27.264	280	43.057	3.472	5.318	12.599	154	9.959	3.048
gesamte Emissionen [t/a]	45.672			46.529		18.071			13.007	
Differenz gesamte Emissionen	+ 857 [t/a] bzw. + 1,9 [%]					- 5.064 [t/a] bzw. - 28,0 [%]				
mittlere Emissionen pro Pkw [kg/a] <sup>3</sup>	2.075			1.928		2.264			2.221	
Differenz mittlere Emissionen pro Pkw	- 147 [kg/a] bzw. - 7,1 [%]					- 44 [kg/a] bzw. - 1,9 [%]				
<b>Ohne den Anteil an CO<sub>2</sub>-Emissionen aus Biotreibstoffen<sup>4</sup></b>										
gesamte Emissionen [t/a]	43.308			44.120		16.592			11.942	
Differenz gesamte Emissionen	+ 812 [t/a] bzw. + 1,9 [%]					- 4.650 [t/a] bzw. - 28,0 [%]				
mittlere Emissionen pro Pkw [kg/a] <sup>3</sup>	1.968			1.828		2.079			2.039	
Differenz mittlere Emissionen pro Pkw	- 140 [kg/a] bzw. - 7,1 [%]					- 40 [kg/a] bzw. - 1,9 [%]				

Tabelle 58: Veränderungen der CO<sub>2</sub>-Emissionen im warmen Betriebszustand zusätzlich der Kaltstarts – Benzin und Diesel zusammen

CO <sub>2</sub> -Emissionen warmer Betriebszustand & Kaltstart	BENZIN & DIESEL <sup>1</sup>	
	Altfahrzeuge	Neufahrzeuge
gesamte Emissionen [t/a]	63.743	59.536
Differenz gesamte Emissionen	- 4.207 [t/a] bzw. - 6,6 [%]	
<b>Ohne den Anteil an CO<sub>2</sub>-Emissionen aus Biotreibstoffen<sup>4</sup></b>		
gesamte Emissionen [t/a]	59.900	56.062
Differenz gesamte Emissionen	- 3.837 [t/a] bzw. - 6,4 [%]	

- 1...alle Angaben sind gerundet
- 2...Angaben zu Neu- und Altfahrzeugen sind aufgrund der verschiedenen Antriebsarten nicht deckungsgleich
- 3...gesamter Verbrauch pro Anzahl an Pkw
- 4...Berechnung mittels der Reduktionsfaktoren für Benzin: 0,95 und Diesel: 0,92 (siehe Kap. 4.3.1)

### 4.3.2 CO Kohlenstoffmonoxid

Kohlenstoffmonoxid ist ein unerwünschtes Nebenprodukt in den Abgasen von Kraftfahrzeugen. Es entsteht bei einer unvollständigen Verbrennung des Kohlenstoffs im Treibstoff.

Eine umweltrelevante Eigenschaft des CO ist sein Beitrag zur photochemischen Bildung von bodennahem Ozon. Diese Ozonbildung beruht auf mehreren komplexe Reaktionsschritte mit mehreren reaktiven Partnern. [35]

Die Auswirkungen auf den Menschen sind durch die chemischen Eigenschaften des CO erheblich. Die Bindung von CO an den roten Farbstoff im Blut (Hämoglobin) ist rund 325 Mal stärker als die von Sauerstoff. Dadurch wird die Sauerstoff-Transportkapazität des Blutes beeinträchtigt, was zu einer Sauerstoffunterversorgung führt. Eine messbare Beeinträchtigung bzw. Wirkung (Kopfschmerzen und leichte Übelkeit) tritt bei Konzentrationen von  $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$  nach einer Exposition von 2 Stunden auf. [35]

Wie im weiteren Verlauf dieses Unterkapitels ersichtlich wird, tragen Diesel-getriebene Fahrzeuge in geringerem Ausmaß zu den CO-Emissionen bei als die Benzin-Pkw. Durch die Einführung von Drei-Wege-Katalysatoren bei Ottomotoren konnte eine erhebliche Reduktion der CO-Emissionen erreicht werden. Bei den Diesel-Pkw konnten die CO-Emissionen durch die Einführung des Oxidationskatalysators gesenkt werden. [35]

#### 4.3.2.1 CO-Emissionen bei warmem Betriebszustand

Die Benzin-Pkw sind für den Großteil der untersuchten CO-Emissionen im warmen Betriebszustand verantwortlich. Ein Vergleich zwischen Abbildung 31 und Abbildung 32 verdeutlicht diese Aussage. Die CO-Emissionen der technologisch veralteten Euro 0 Fahrzeuge (keine Katalysatoren) bei Benzin liegen rund 13 Mal höher als bei den Euro 0 Fahrzeugen bei Diesel. Obwohl durch die Einführung von Katalysatoren die CO-Emissionen der Benzin-Pkw von Euro 0 auf Euro 4 um fast das Zwölfwache gesenkt werden konnten, liegen die CO-Emissionen der Euro 4 Benzin-Pkw im Vergleich zu den Euro 4 Diesel-Pkw um ca. das 26-Fache höher. Die schon bei den Euro 0 Fahrzeugen geringen CO-Emissionen bei Diesel-Pkw, konnten durch die technologische Weiterentwicklung (Einführung von Katalysatoren) weiter gesenkt werden.

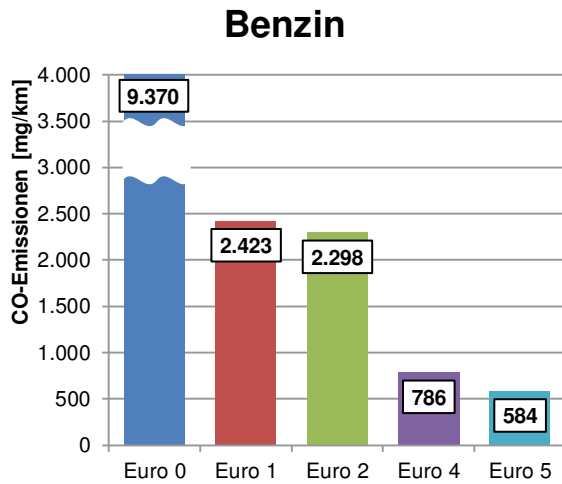


Abbildung 31: Mittlere CO-Emissionen bei Benzin-Antrieb laut HBEFA bei warmem Betriebszustand je Euroklasse 2009 [2]

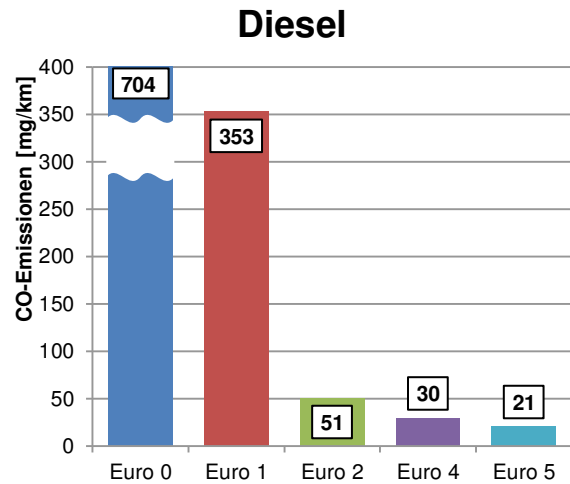


Abbildung 32: Mittlere CO-Emissionen bei Diesel-Antrieb laut HBEFA bei warmem Betriebszustand je Euroklasse 2009 [2]

### 4.3.2.2 CO-Emissionen durch Kaltstarts

Die Kaltstartemissionen an CO sind im Vergleich zu den CO-Emissionen im warmen Betriebszustand deutlich höher. Wie in Unterkapitel 4.1.2 bereits erläutert, werden die Verbrennungsbedingungen bei einem Kaltstart absichtlich so eingestellt, dass es anfangs zu einer unvollständigen Verbrennung kommt, um die Betriebstemperatur rasch zu erreichen. Dies führt durch den erhöhten Treibstoffverbrauch und durch die schlechteren Verbrennungsbedingungen zu einem relativ hohen CO-Ausstoß. Weiters ist bei einem Kaltstart die Funktionsfähigkeit der Katalysatoren nicht vollständig gegeben.

Werden die CO-Emissionen von Benzin (Abbildung 33) und Diesel-Pkw (Abbildung 34) betrachtet, zeigt sich, bis auf die Euro 2 Diesel-Pkw, eine vergleichbare Entwicklung der CO-Emissionsreduktion wie im warmen Betriebszustand.

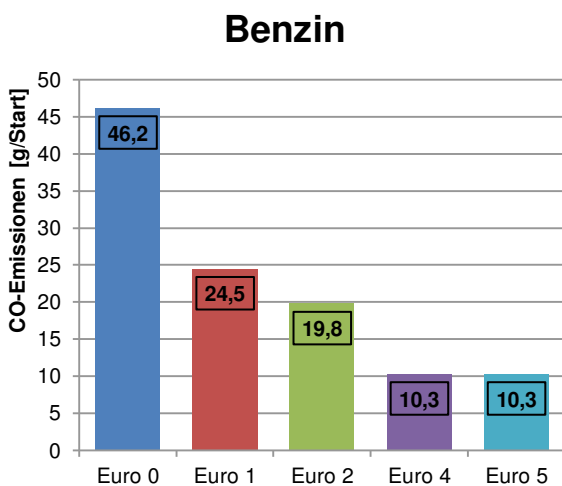


Abbildung 33: Mittlere CO-Emissionen bei Benzin-Antrieb laut HBEFA pro Kaltstart und Euroklasse 2009 [2]

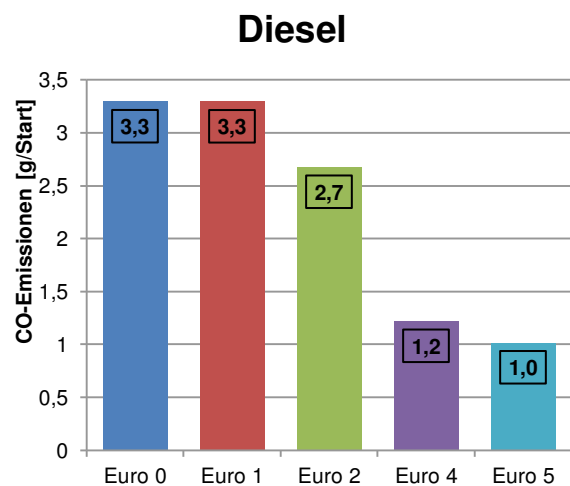


Abbildung 34: Mittlere CO-Emissionen bei Diesel-Antrieb laut HBEFA pro Kaltstart und Euroklasse 2009 [2]

### 4.3.2.3 Zusammenfassung CO-Emissionen

Wie bereits einleitend im Unterkapitel erläutert, spielen die CO-Emissionen durch Diesel-Pkw nur eine untergeordnete Rolle. Größeres Augenmerk liegt also auf den CO-Emissionen der Benzin-Pkw, da diese den überwiegenden Anteil stellen.

In Tabelle 59 sind die CO-Emissionen im warmen Betriebszustand ausgearbeitet. Die Diesel-Pkw weisen generell eine höhere prozentuelle Reduktion der CO-Emissionen auf als die Benzin-Pkw. Die gesamte Reduktion der gesamten CO-Emissionen belief sich für die Benzin-Pkw auf rund 83,6 % und für die Diesel-Pkw auf ca. 95,5 %. Bei den gesamten Emissionen ist dies klarerweise auf die geringere Anzahl an Neufahrzeugen im Vergleich zu den Altfahrzeugen mit Dieselantrieb zurückzuführen. Bei den mittleren CO-Emissionen liegt die prozentuelle Emissionsreduktion für Diesel-Pkw um rund 8,5 % höher. Die mittleren CO-Emissionen reduzieren sich bei den Benzin-Pkw um ca. 85,1 % und bei den Diesel-Pkw um ca. 93,8 %.

Die zusammengefassten CO-Emissionen der Benzin- und Diesel-Pkw im warmen Betriebszustand, ersichtlich in Tabelle 60, haben fast ausschließlich den Ursprung in den Benzin-Pkw. Es konnte eine Verminderung der gesamten CO-Emissionen um rund 84,1 % festgestellt werden.

Für die CO-Emissionen durch Kaltstarts in Tabelle 61 zeigt sich ein ähnliches Bild wie im warmen Betriebszustand. Der Unterschied liegt aber darin, dass die Diesel-Pkw bei der prozentuellen Minderung der CO-Emissionen hier schlechter abschneiden als die Benzin-Pkw. Für Benzin-Pkw wurde eine Reduktion der gesamten CO-Emissionen um rund 65,8 % und für die Diesel-Pkw um etwa 73,9 % verzeichnet. Die mittleren CO-Emissionen der Benzin-Pkw verringerten sich um rund 68,8 % und die der Diesel-Pkw um ca. 64,4 %.

Die in Tabelle 62 angeführte gesamte Betrachtung der CO-Emissionen von Benzin und Diesel-Pkw bei Kaltstarts wird wiederum von den CO-Emissionen durch die Benzin-Pkw dominiert. Die Verringerung der gesamten CO-Emissionen betrug ca. 66,1 %.

In Tabelle 63 werden die CO-Emissionen im warmen Betriebszustand und durch Kaltstarts zusammengeführt. Obwohl die Kaltstartemissionen rund ein Viertel der zusammengefassten CO-Emissionen stellen, schneiden die Diesel-Pkw wiederum in der prozentuellen Emissionsminderung besser ab. Die Benzin-Pkw weisen bei den gesamten CO-Emissionen eine Reduktion von rund 78,3 % auf, die Diesel-Pkw kommen auf rund 89,8 % Reduktion der gesamten CO-Emissionen. Bei der Betrachtung der mittleren CO-Emissionen ergibt sich bei den Benzin-Pkw eine Verminderung um ca. 80,2 % und bei den Diesel-Pkw um ca. 86,1 %.

Der hohe Anteil an Benzin-Pkw ist auch bei der gesamten Betrachtung der CO-Emissionen durch den warmen Betriebszustand und die Kaltstarts von Benzin- und Diesel-Pkw gemeinsam (siehe Tabelle 64) spürbar. Alle CO-Emissionen die untersucht wurden, weisen zusammengefasst eine Minderung um etwa 78,7 % auf.

Tabelle 59: Veränderungen der CO-Emissionen im warmen Betriebszustand – Benzin und Diesel getrennt

CO-Emissionen warmer Betriebszustand	BENZIN <sup>1</sup>					DIESEL <sup>1</sup>				
	Altfahrzeuge			Neufahrzeuge		Altfahrzeuge			Neufahrzeuge	
	Fahrleistung Benzin-Pkw: 10.964 [km/a*Pkw]					Fahrleistung Diesel-Pkw: 14.815 [km/a*Pkw]				
	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 4	Euro 5	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 4	Euro 5
Anzahl Pkw <sup>2</sup>	8.650	13.221	135	22.294	1.837	2.314	5.598	69	4.482	1.375
Emissionen [mg/km]	9.370	2.423	2.298	786	584	704	353	51	30	21
Emissionen [kg/(a*Pkw)] <sup>3</sup>	102,7	26,6	25,2	8,6	6,4	10,4	5,2	0,8	0,4	0,3
Emissionen [t/a]	888,7	351,3	3,4	192,0	11,8	24,1	29,3	0,1	2,0	0,4
gesamte Emissionen [t/a]	1.243,3			203,8		53,5			2,4	
<b>Differenz gesamte Emissionen</b>	<b>- 1.039,5 [t/a] bzw. – 83,6 [%]</b>					<b>- 51 [t/a] bzw. – 95,5 [%]</b>				
mittlere Emissionen pro Pkw [kg/a] <sup>4</sup>	56,5			8,4		6,7			0,4	
<b>Differenz mittlere Emissionen pro Pkw</b>	<b>- 48,1 [kg/a] bzw. – 85,1 [%]</b>					<b>- 6,3 [kg/a] bzw. – 93,8 [%]</b>				

Tabelle 60: Veränderungen der CO-Emissionen im warmen Betriebszustand – Benzin und Diesel zusammen

CO-Emissionen warmer Betriebszustand	BENZIN & DIESEL <sup>1</sup>	
	Altfahrzeuge	Neufahrzeuge
gesamte Emissionen [t/a]	1.297	206
<b>Differenz gesamte Emissionen</b>	<b>- 1.091 [t/a] bzw. – 84,1 [%]</b>	

- 1...alle Angaben sind gerundet
- 2...Angaben zu Neu- und Altfahrzeugen sind aufgrund der verschiedenen Antriebsarten nicht deckungsgleich
- 3...Berechnung mittels Fahrleistung [30]
- 4...gesamte Emissionen pro Anzahl an Pkw

Tabelle 61: Veränderungen der CO-Emissionen für Kaltstarts – Benzin und Diesel getrennt

CO-Emissionen Kaltstart	BENZIN <sup>1</sup>					DIESEL <sup>1</sup>				
	Altfahrzeuge			Neufahrzeuge		Altfahrzeuge			Neufahrzeuge	
	Anzahl Kaltstarts pro Benzin-Pkw: 730 [Starts/a]					Anzahl Kaltstarts pro Benzin-Pkw: 730 [Starts/a]				
	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 4	Euro 5	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 4	Euro 5
Anzahl Pkw <sup>2</sup>	8.650	13.221	135	22.294	1.837	2.314	5.598	69	4.482	1.375
Emissionen [g/Start]	46,2	24,5	19,8	10,3	10,3	3,3	3,3	2,7	1,2	1,0
Emissionen [kg/(a*Pkw)] <sup>3</sup>	33,7	17,9	14,4	7,5	7,5	2,4	2,4	2,0	0,9	0,7
Emissionen [t/a]	291,6	236,3	1,9	167,3	13,8	5,6	13,5	0,1	4,0	1,0
gesamte Emissionen [t/a]	529,9			181,1		19,1			5,0	
<b>Differenz gesamte Emissionen</b>	<b>- 348,8 [t/a] bzw. – 65,8 [%]</b>					<b>- 14,1 [t/a] bzw. – 73,9 [%]</b>				
mittlere Emissionen pro Pkw [kg/a] <sup>4</sup>	24,1			7,5		2,4			0,9	
<b>Differenz mittlere Emissionen pro Pkw</b>	<b>- 16,6 [kg/a] bzw. – 68,8 [%]</b>					<b>- 1,5 [kg/a] bzw. – 64,4 [%]</b>				

Tabelle 62: Veränderungen der CO-Emissionen für Kaltstarts – Benzin und Diesel zusammen

CO-Emissionen Kaltstart	BENZIN & DIESEL <sup>1</sup>	
	Altfahrzeuge	Neufahrzeuge
gesamte Emissionen [t/a]	549	186
<b>Differenz gesamte Emissionen</b>	<b>- 363 [t/a] bzw. – 66,1 [%]</b>	

- 1...alle Angaben sind gerundet
- 2...Angaben zu Neu- und Altfahrzeugen sind aufgrund der verschiedenen Antriebsarten nicht deckungsgleich
- 3...Berechnung mittels Annahme der Anzahl der Kaltstarts pro Jahr
- 4...gesamte Emissionen pro Anzahl an Pkw

Tabelle 63: Veränderungen der CO-Emissionen im warmen Betriebszustand zusätzlich der Kaltstarts – Benzin und Diesel getrennt

CO-Emissionen warmer Betriebszustand & Kaltstart	BENZIN <sup>1</sup>					DIESEL <sup>1</sup>				
	Altfahrzeuge			Neufahrzeuge		Altfahrzeuge			Neufahrzeuge	
	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 4	Euro 5	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 4	Euro 5
Anzahl Pkw <sup>2</sup>	8.650	13.221	135	22.294	1.837	2.314	5.598	69	4.482	1.375
Emissionen [kg/(a*Pkw)]	136,4	44,4	39,6	16,1	13,9	12,8	7,6	2,7	1,3	1,1
Emissionen [t/a]	1.180,3	587,6	5,4	359,3	25,5	29,7	42,7	0,2	6,0	1,4
gesamte Emissionen [t/a]	1.773,2			384,9		72,6			7,4	
Differenz gesamte Emissionen	- 1.388,4 [t/a] bzw. – 78,3 [%]					- 65,2 [t/a] bzw. – 89,8 [%]				
mittlere Emissionen pro Pkw [kg/a] <sup>4</sup>	80,6			15,9		9,1			1,3	
Differenz mittlere Emissionen pro Pkw	- 64,6 [kg/a] bzw. – 80,2 [%]					- 7,8 [kg/a] bzw. – 86,1 [%]				

Tabelle 64: Veränderungen der CO-Emissionen im warmen Betriebszustand zusätzlich der Kaltstarts – Benzin und Diesel zusammen

CO-Emissionen warmer Betriebszustand & Kaltstart	BENZIN & DIESEL <sup>1</sup>	
	Altfahrzeuge	Neufahrzeuge
gesamte Emissionen [t/a]	1.846	392
Differenz gesamte Emissionen	- 1.454 [t/a] bzw. – 78,7 [%]	

- 1...alle Angaben sind gerundet
- 2...Angaben zu Neu- und Altfahrzeugen sind aufgrund der verschiedenen Antriebsarten nicht deckungsgleich
- 3...gesamter Verbrauch pro Anzahl an Pkw



### 4.3.3 SO<sub>2</sub> Schwefeldioxid

Schwefeldioxid entsteht bei der Verbrennung der Treibstoffe zur Gewinnung der notwendigen Energie zur Fortbewegung. Die SO<sub>2</sub>-Emissionen hängen direkt vom Schwefelgehalt in den Treibstoffen ab. Deshalb verhalten sich die prozentuellen Veränderungen der SO<sub>2</sub>-Emissionen gleich wie die des Kraftstoffverbrauchs in Unterkapitel 4.1.

Die Umweltauswirkungen von SO<sub>2</sub> sind vielfältig. Es wirkt auf Pflanzen direkt, sodass Blätter und Nadeln geschädigt werden (saurer Regen) und indirekt, über die Versauerung des Bodens. Weiters ist SO<sub>2</sub> auch für die Versauerung von Gewässern verantwortlich. [35]

Auf den Menschen sind die Auswirkungen, aufgrund der leichten Löslichkeit, Reizungen der Schleimhäute der Augen und der oberen Atemwege. Bei steigenden Konzentrationen werden die tiefen Atemwege ebenfalls in Mitleidenschaft gezogen. [35]

Im HBEFA werden die SO<sub>2</sub>-Emissionen als gewichtetes Mittel je Fahrzeugkategorie und Bezugsjahr berechnet. Der Schwefelgehalt für das Bezugsjahr 2009 ist mit 0,001 % für Benzin und Diesel im HBEFA verzeichnet. [2]

#### 4.3.3.1 SO<sub>2</sub>-Emissionen bei warmem Betriebszustand

Die SO<sub>2</sub>-Emissionen bei warmem Betriebszustand, die in Abbildung 35 für Benzin und Abbildung 36 für Diesel dargestellt sind, verhalten sich gleich wie die Veränderungen des Kraftstoffverbrauchs bei warmem Betriebszustand in Unterkapitel 4.1.1. Dies liegt, wie bereits eileitend zu den SO<sub>2</sub>-Emissionen erklärt, am direkten Zusammenhang zwischen dem Anteil an Schwefel im Kraftstoff und den SO<sub>2</sub>-Emissionen.

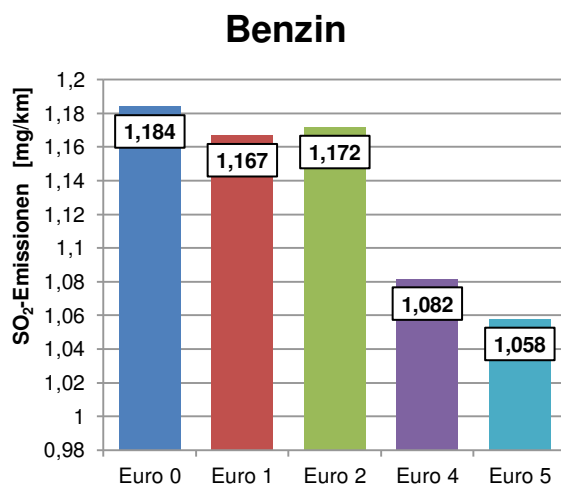


Abbildung 35: Mittlere SO<sub>2</sub>-Emissionen bei Benzin-Antrieb laut HBEFA bei warmem Betriebszustand je Euroklasse 2009 [2]

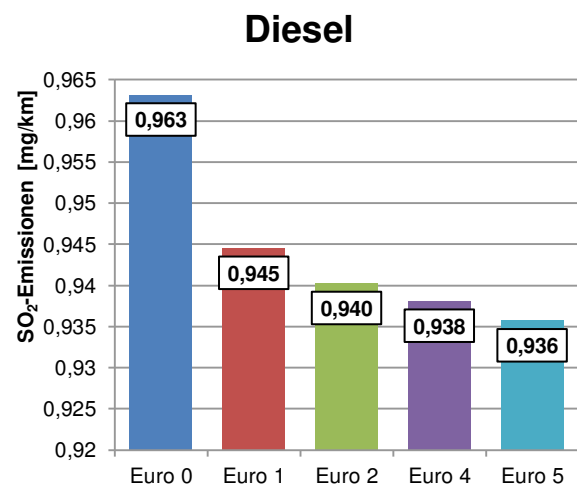


Abbildung 36: Mittlere SO<sub>2</sub>-Emissionen bei Diesel-Antrieb laut HBEFA bei warmem Betriebszustand je Euroklasse 2009 [2]

### 4.3.3.2 SO<sub>2</sub>-Emissionen durch Kaltstarts

Für die in Abbildung 37 und Abbildung 38 dargestellten SO<sub>2</sub>-Emissionen bei Kaltstarts gilt dasselbe wie für die SO<sub>2</sub>-Emissionen bei warmem Betriebszustand. Sie sind direkt proportional zum Kraftstoffverbrauch bei Kaltstarts in Unterkapitel 4.1.2.

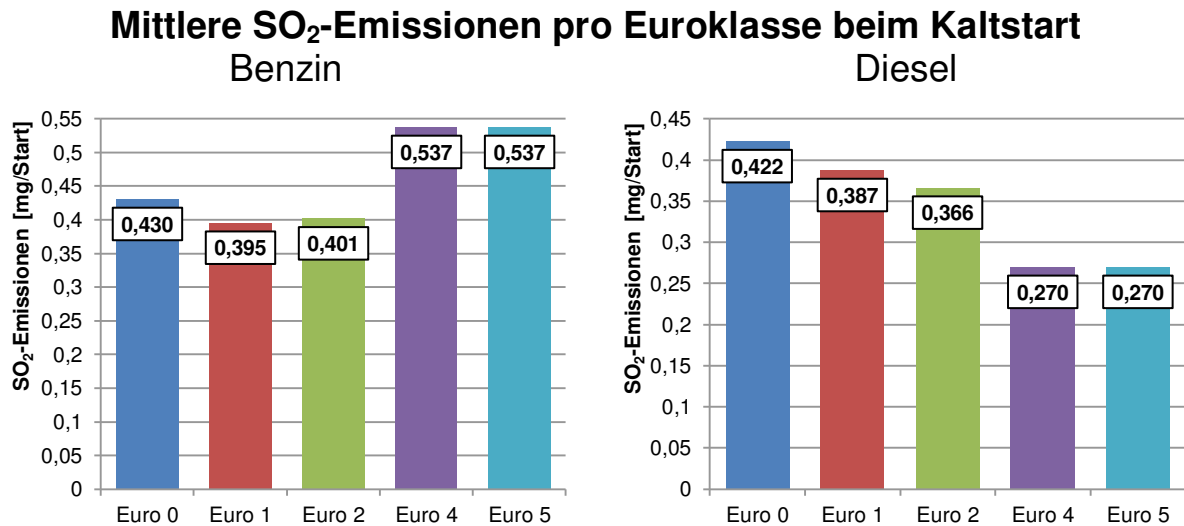


Abbildung 37: Mittlere SO<sub>2</sub>-Emissionen bei Benzin-Antrieb laut HBEFA pro Kaltstart und Euroklasse 2009 [2]

Abbildung 38: Mittlere SO<sub>2</sub>-Emissionen bei Diesel-Antrieb laut HBEFA pro Kaltstart und Euroklasse 2009 [2]

### 4.3.3.3 Zusammenfassung SO<sub>2</sub>-Emissionen

In Tabelle 65 sind die ausgewerteten Daten der SO<sub>2</sub>-Emissionen im warmen Betriebszustand ersichtlich. Es wurde ein Anstieg der gesamten SO<sub>2</sub>-Emissionen um ca. 0,9 % bei Benzin-Pkw und eine Reduktion um ca. 27,6 % bei Diesel-Pkw ermittelt. Werden die mittleren SO<sub>2</sub>-Emissionen betrachtet, ergibt sich eine Minderung der SO<sub>2</sub>-Emissionen bei Benzin-Pkw von ca. 8 % und bei Diesel-Pkw von ca. 1,3 %.

Die gesamten SO<sub>2</sub>-Emissionen durch Benzin- und Diesel-Pkw gemeinsam (siehe Tabelle 66) ergeben eine Verringerung der SO<sub>2</sub>-Emissionen um rund 7,2 %.

Die SO<sub>2</sub>-Emissionen durch Kaltstarts in Tabelle 67 weisen einen Anstieg der gesamten SO<sub>2</sub>-Emissionen bei Benzin-Pkw um ca. 44,1 % und eine Reduktion bei Diesel um ca. 50,2 % auf. Die mittleren SO<sub>2</sub>-Emissionen steigen bei Benzin-Pkw um rund 31,4 % und bei Diesel-Pkw reduzieren sich die mittleren SO<sub>2</sub>-Emissionen um ca. 32,1 %.

Werden die SO<sub>2</sub>-Kaltstartemissionen von Benzin- und Diesel-Pkw zusammengefasst (siehe Tabelle 68), ergibt sich eine Steigerung um etwa 19,5 %.

Die gemeinsame Betrachtung der SO<sub>2</sub>-Emissionen im warmen Betriebszustand und durch Kaltstarts ist in Tabelle 69 ersichtlich. Die gesamten SO<sub>2</sub>-Emissionen steigerten sich bei den Benzin-Pkw um ca. 1,9 % und verringerten sich bei den Diesel-Pkw um rund 28 %. Die mittleren SO<sub>2</sub>-Emissionen minderten sich bei den Benzin-Pkw um ca. 7,1 % und den Diesel-Pkw um ca. 1,9%.

In Tabelle 70 sind die SO<sub>2</sub>-Emissionen aus Tabelle 69 zusammengefasst, wodurch ein Rückgang der gesamten SO<sub>2</sub>-Emissionen von Benzin und Diesel-Pkw gemeinsam um ca. 6,6 % ersichtlich wird.

Tabelle 65: Veränderungen der SO<sub>2</sub>-Emissionen im warmen Betriebszustand – Benzin und Diesel getrennt

SO <sub>2</sub> -Emissionen warmer Betriebszustand	BENZIN <sup>1</sup>					DIESEL <sup>1</sup>				
	Altfahrzeuge			Neufahrzeuge		Altfahrzeuge			Neufahrzeuge	
	Fahrleistung Benzin-Pkw: 10.964 [km/a*Pkw]					Fahrleistung Diesel-Pkw: 14.815 [km/a*Pkw]				
	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 4	Euro 5	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 4	Euro 5
Anzahl Pkw <sup>2</sup>	8.650	13.221	135	22.294	1.837	2.314	5.598	69	4.482	1.375
Emissionen [mg/km]	1,184	1,167	1,172	1,082	1,058	0,963	0,945	0,940	0,938	0,936
Emissionen [g/(a*Pkw)] <sup>3</sup>	13,0	12,8	12,8	11,9	11,6	14,3	14,0	13,9	13,9	13,9
Emissionen [kg/a]	112,3	169,1	1,7	264,4	21,3	33,0	78,3	1,0	62,3	19,1
gesamte Emissionen [kg/a]	283,1			285,7		112,3			81,4	
<b>Differenz gesamte Emissionen</b>	<b>+ 2,5 [kg/a] bzw. + 0,9 [%]</b>					<b>- 31,0 [kg/a] bzw. - 27,6 [%]</b>				
mittlere Emissionen pro Pkw [g/a] <sup>4</sup>	12,9			11,8		14,1			13,9	
<b>Differenz mittlere Emissionen pro Pkw</b>	<b>- 1,0 [g/a] bzw. - 8,0 [%]</b>					<b>- 0,2 [g/a] bzw. - 1,3 [%]</b>				

Tabelle 66: Veränderungen der SO<sub>2</sub>-Emissionen im warmen Betriebszustand – Benzin und Diesel zusammen

SO <sub>2</sub> -Emissionen warmer Betriebszustand	BENZIN & DIESEL <sup>1</sup>	
	Altfahrzeuge	Neufahrzeuge
gesamte Emissionen [kg/a]	395,4	367,0
<b>Differenz gesamte Emissionen</b>	<b>- 28,4 [kg/a] bzw. - 7,2 [%]</b>	

- 1...alle Angaben sind gerundet
- 2...Angaben zu Neu- und Altfahrzeugen sind aufgrund der verschiedenen Antriebsarten nicht deckungsgleich
- 3...Berechnung mittels Fahrleistung [30]
- 4...gesamte Emissionen pro Anzahl an Pkw

Tabelle 67: Veränderungen der SO<sub>2</sub>-Emissionen für Kaltstarts – Benzin und Diesel getrennt

SO <sub>2</sub> -Emissionen Kaltstart	BENZIN <sup>1</sup>					DIESEL <sup>1</sup>				
	Altfahrzeuge			Neufahrzeuge		Altfahrzeuge			Neufahrzeuge	
	Anzahl Kaltstarts pro Benzin-Pkw: 730 [Starts/a]					Anzahl Kaltstarts pro Benzin-Pkw: 730 [Starts/a]				
	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 4	Euro 5	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 4	Euro 5
Anzahl Pkw <sup>2</sup>	8.650	13.221	135	22.294	1.837	2.314	5.598	69	4.482	1.375
Emissionen [mg/Start]	0,430	0,395	0,401	0,537	0,537	0,422	0,387	0,366	0,270	0,270
Emissionen [mg/(a*Pkw)] <sup>3</sup>	314,1	288,4	293,1	392,2	392,2	308,3	282,7	267,1	196,8	196,8
Emissionen [g/a]	2.717,3	3.812,7	39,6	8.743,7	720,5	713,4	1.582,5	18,4	882,0	270,6
gesamte Emissionen [g/a]	6.569,6			9.464,2		2.314,3			1.152,6	
<b>Differenz gesamte Emissionen</b>	<b>+ 2.894,6 [g/a] bzw. + 44,1 [%]</b>					<b>- 1.161,7 [g/a] bzw. - 50,2 [%]</b>				
mittlere Emissionen pro Pkw [mg/a] <sup>4</sup>	298,5			392,2		290,0			196,8	
<b>Differenz mittlere Emissionen pro Pkw</b>	<b>+ 93,7 [mg/a] bzw. + 31,4 [%]</b>					<b>- 93,2 [mg/a] bzw. - 32,1 [%]</b>				

Tabelle 68: Veränderungen der SO<sub>2</sub>-Emissionen für Kaltstarts – Benzin und Diesel zusammen

SO <sub>2</sub> -Emissionen Kaltstart	BENZIN & DIESEL <sup>1</sup>	
	Altfahrzeuge	Neufahrzeuge
gesamte Emissionen [kg/a]	8,9	10,6
<b>Differenz gesamte Emissionen</b>	<b>+ 1,7 [t/a] bzw. + 19,5 [%]</b>	

- 1...alle Angaben sind gerundet
- 2...Angaben zu Neu- und Altfahrzeugen sind aufgrund der verschiedenen Antriebsarten nicht deckungsgleich
- 3...Berechnung mittels Annahme der Anzahl der Kaltstarts pro Jahr
- 4...gesamte Emissionen pro Anzahl an Pkw

Tabelle 69: Veränderungen der SO<sub>2</sub>-Emissionen im warmen Betriebszustand zusätzlich der Kaltstarts – Benzin und Diesel getrennt

SO <sub>2</sub> -Emissionen warmer Betriebszustand & Kaltstart	BENZIN <sup>1</sup>					DIESEL <sup>1</sup>				
	Altfahrzeuge			Neufahrzeuge		Altfahrzeuge			Neufahrzeuge	
	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 4	Euro 5	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 4	Euro 5
Anzahl Pkw <sup>2</sup>	8.650	13.221	135	22.294	1.837	2.314	5.598	69	4.482	1.375
Emissionen [g/(a*Pkw)]	13,3	13,1	13,1	12,3	12,0	14,6	14,3	14,2	14,1	14,1
Emissionen [kg/a]	115,0	172,9	1,8	273,1	22,0	33,7	79,9	1,0	63,2	19,3
gesamte Emissionen [kg/a]	289,7			295,1		114,6			82,5	
Differenz gesamte Emissionen	+ 5,4 [kg/a] bzw. + 1,9 [%]					- 32,1 [kg/a] bzw. - 28,0 [%]				
mittlere Emissionen pro Pkw [g/a] <sup>4</sup>	13,2			12,2		14,4			14,1	
Differenz mittlere Emissionen pro Pkw	- 0,9 [g/a] bzw. - 7,1 [%]					- 0,3 [g/a] bzw. - 1,9 [%]				

Tabelle 70: Veränderungen der SO<sub>2</sub>-Emissionen im warmen Betriebszustand zusätzlich der Kaltstarts – Benzin und Diesel zusammen

SO <sub>2</sub> -Emissionen warmer Betriebszustand & Kaltstart	BENZIN & DIESEL <sup>1</sup>	
	Altfahrzeuge	Neufahrzeuge
gesamte Emissionen [kg/a]	404,3	377,6
Differenz gesamte Emissionen	- 26,7 [kg/a] bzw. - 6,6 [%]	

- 1...alle Angaben sind gerundet
- 2...Angaben zu Neu- und Altfahrzeugen sind aufgrund der verschiedenen Antriebsarten nicht deckungsgleich
- 3...gesamter Verbrauch pro Anzahl an Pkw

### 4.3.4 NH<sub>3</sub> Ammoniak

Bei Benzin-Pkw haben die NH<sub>3</sub>-Emissionen ihren Ursprung im Drei-Wege-Katalysator. Hierbei kann es bei Erreichen der Motorbetriebstemperatur zu einer ungewollten Bildung von NH<sub>3</sub>-Emissionen kommen. (NH<sub>3</sub>-Bildung im Katalysator:  $2 \text{ NO} + 5 \text{ H}_2 \rightarrow 2 \text{ NH}_3 + 2 \text{ H}_2\text{O}$ ) [37]

Ammoniak in Abgasen von Diesel-Kfz ist auf Katalysatorsysteme, die mittels einer Selektiven katalytischen Reduktion von Stickoxiden zu Stickstoff arbeiten, zurückzuführen. Dabei kommt eine Harnstofflösungen zum Einsatz, welche sich im Katalysator zu NH<sub>3</sub> und Wasser zersetzt. Nach der Reduktion von Stickoxiden zu Stickstoff mittels NH<sub>3</sub> wird der überschüssige NH<sub>3</sub>-Anteil in einem weiteren Schritt im Oxidationsteil des Katalysators zu Stickstoff und Wasser umgesetzt. Nicht umgesetzter Ammoniak wird mit den Abgasen ausgebracht. [35]

Hohe Konzentrationen von Ammoniak in der Umwelt verursachen akute Schäden an der Vegetation und führen zu Versauerung und Überdüngung der Böden. Abgesehen von diesen schädlichen Folgen für Ökosysteme, ist Ammoniak zudem eine wichtige Vorläufersubstanz für die Bildung von sekundären Aerosolen. [38]

Auf den Menschen wirkt NH<sub>3</sub> über die Schleimhäute und den oberen Atemweg. Es kann schon bei geringen Konzentrationen zu Reizungen der äußeren Schleimhäute am Auge kommen. [39]

#### 4.3.4.1 NH<sub>3</sub>-Emissionen bei warmem Betriebszustand

Die NH<sub>3</sub>-Emissionen bei den Benzin-Pkw konnten, wie in Abbildung 39 dargestellt, von der Emissionsklasse Euro 0 bis zu Euro 5 kontinuierlich gesenkt werden. Bei den NH<sub>3</sub>-Emissionen der Diesel Pkw in Abbildung 40 kann zwar bei den Euro 4 Fahrzeugen eine leichte Abweichung festgestellt werden, diese Abweichung ist aber vernachlässigbar.

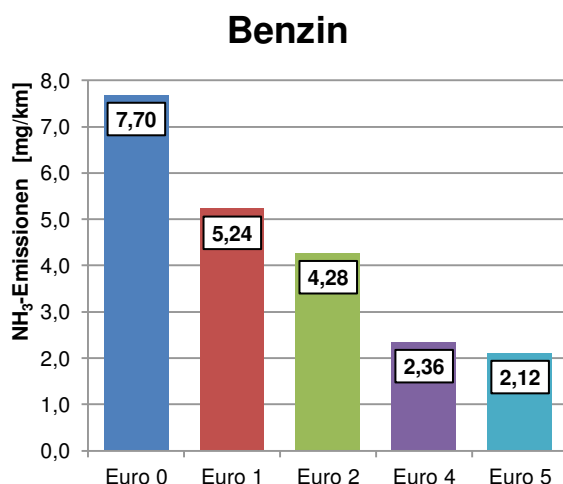


Abbildung 39: Mittlere NH<sub>3</sub>-Emissionen bei Benzin-Antrieb laut HBEFA bei warmem Betriebszustand je Euroklasse 2009 [2]

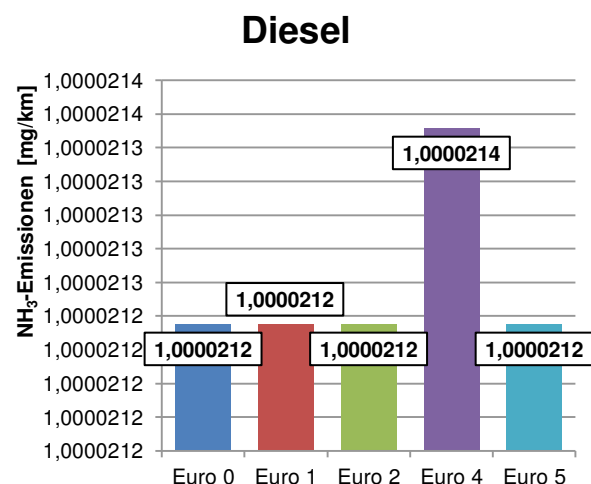


Abbildung 40: Mittlere NH<sub>3</sub>-Emissionen bei Diesel-Antrieb laut HBEFA bei warmem Betriebszustand je Euroklasse 2009 [2]

#### 4.3.4.2 Zusammenfassung NH<sub>3</sub>-Emissionen

Wie bei den CO-Emissionen spielen die Benzin-Pkw eine größere Rolle als die Diesel-Pkw. Die NH<sub>3</sub>-Emissionen der Euro 0 Benzin-Pkw sind ca. 7,7-fach höher als die der Diesel Euro 0 Fahrzeuge.

In Tabelle 71 sind die ausgewerteten NH<sub>3</sub>-Emissionen der Benzin und Diesel-Pkw getrennt aufgelistet. Die gesamten NH<sub>3</sub>-Emissionen der Benzin-Pkw verzeichnen einen Rückgang um rund 44,3 %. Die Reduktion der gesamten NH<sub>3</sub>-Emissionen bei den Diesel-Pkw um ca. 26,6 % kommt nur durch die Verringerung der Anzahl an Diesel-Pkw unter den Neufahrzeugen zustande. Dies zeigt sich auch bei den mittleren NH<sub>3</sub>-Emissionen, bei welchen es zwischen den Alt- und Neufahrzeugen mit Dieselantrieb keine Änderungen gab. Die mittleren NH<sub>3</sub>-Emissionen der Benzin-Pkw verringerten sich um rund 49,2 %.

Die Kombination von Benzin und Diesel NH<sub>3</sub>-Emissionen in Tabelle 72 zeigt kaum eine Veränderung zu den NH<sub>3</sub>-Emissionen durch Benzin-Pkw alleine. Die Reduktion der NH<sub>3</sub>-Emissionen betrug ca. 44,2 %.



Tabelle 71: Veränderungen der NH<sub>3</sub>-Emissionen im warmen Betriebszustand – Benzin und Diesel getrennt

NH <sub>3</sub> -Emissionen warmer Betriebszustand	BENZIN <sup>1</sup>					DIESEL <sup>1</sup>				
	Altfahrzeuge			Neufahrzeuge		Altfahrzeuge			Neufahrzeuge	
	Fahrleistung Benzin-Pkw: 10.964 [km/a*Pkw]					Fahrleistung Diesel-Pkw: 14.815 [km/a*Pkw]				
	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 4	Euro 5	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 4	Euro 5
Anzahl Pkw <sup>2</sup>	8.650	13.221	135	22.294	1.837	2.314	5.598	69	4.482	1.375
Emissionen [mg/km]	40,9	99,3	128,2	38,9	38,8	1,0000212	1,0000212	1,0000212	1,0000214	1,0000212
Emissionen [g/(a*Pkw)] <sup>3</sup>	448,3	1.089,3	1.405,8	426,7	425,0	14,8	14,8	14,8	14,8	14,8
Emissionen [kg/a]	3.878,1	14.401,5	189,8	9.512,3	780,7	34,3	82,9	1,0	66,4	20,4
gesamte Emissionen [kg/a]	18.469,3			10.293,0		118,2			86,8	
<b>Differenz gesamte Emissionen</b>	<b>- 8.176,4 [kg/a] bzw. – 44,3 [%]</b>					<b>- 31,5 [kg/a] bzw. – 26,6 [%]</b>				
mittlere Emissionen pro Pkw [g/a] <sup>4</sup>	839,3			426,5		14,8			14,8	
<b>Differenz mittlere Emissionen pro Pkw</b>	<b>- 412,7 [g/a] bzw. – 49,2 [%]</b>					<b>- 0,0 [g/a] bzw. – 0,0 [%]</b>				

Tabelle 72: Veränderungen der NH<sub>3</sub>-Emissionen im warmen Betriebszustand – Benzin und Diesel zusammen

NH <sub>3</sub> -Emissionen warmer Betriebszustand	BENZIN & DIESEL <sup>1</sup>	
	Altfahrzeuge	Neufahrzeuge
gesamte Emissionen [t/a]	18,6	10,4
<b>Differenz gesamte Emissionen</b>	<b>- 8,2 [t/a] bzw. – 44,2 [%]</b>	

- 1...alle Angaben sind gerundet
- 2...Angaben zu Neu- und Altfahrzeugen sind aufgrund der verschiedenen Antriebsarten nicht deckungsgleich
- 3...Berechnung mittels Fahrleistung [30]
- 4...gesamte Emissionen pro Anzahl an Pkw

### 4.3.5 NO<sub>x</sub> Stickoxide

Die Stickoxide bezeichnen eine Gruppe von chemischen Verbindungen, die aus Stickstoff und Sauerstoff bestehen. Dazu gehören zum Beispiel N<sub>2</sub>O, NO und NO<sub>2</sub>, um die wichtigsten Vertreter zu nennen. In diesem Unterkapitel werden die gesamten NO<sub>x</sub>-Emissionen und die als Teil dieser NO<sub>x</sub>-Emissionen anzusehenden Emissionen an NO<sub>2</sub> und N<sub>2</sub>O untersucht. Allgemein spielt die Verbindung NO, welche in der Luft zu NO<sub>2</sub> umgesetzt wird, auch eine wichtige ökologische Rolle, aber diese konnte aufgrund mangelnder Daten nicht betrachtet werden.

Bei hohen Temperaturen, wie bei einem Verbrennungsmotor, kommt es zur Bildung von Stickoxiden aus dem Luftstickstoff. Weiters gibt es die Möglichkeit der NO<sub>x</sub>-Bildung durch organisch gebundenen Stickstoff. Dabei fördert Sauerstoff die Reaktion. Es gibt drei gängige Theorien zu der Bildung von NO<sub>x</sub>. Die Entstehung von „thermischem NO<sub>x</sub>“ bei hohen Temperaturen und „promptes NO<sub>x</sub>“, welches sich bei der Brennstoffumsetzung im Überschuss von atomarem Sauerstoff bildet und über Kohlenwasserstoff katalysiert wird. Weiters gibt es noch das „Brennstoff-NO<sub>x</sub>“, welches im Brennstoff gebunden ist und von dort bereits bei mäßigen Temperaturen freigesetzt wird. [40]

Bei den hier betrachteten NO<sub>x</sub>-Emissionen handelt es sich zum überwiegenden Teil um „thermisches NO<sub>x</sub>“ und „promptes NO<sub>x</sub>“, da in den Kraftstoffen Benzin und Diesel nur geringe Mengen an Stickstoff gebunden ist.

Zu den NO<sub>x</sub>-Emissionen können keine einheitlichen Angaben zur Wirkung auf die Umwelt und den Menschen gemacht werden, da es sich um eine Stoffgruppe handelt. Auf die in weiterer Folge behandelten Emissionen durch NO<sub>2</sub> und N<sub>2</sub>O wird in deren Unterkapitel 4.3.5.3 und 4.3.5.4 näher eingegangen.

#### 4.3.5.1 NO<sub>x</sub>-Emissionen bei warmem Betriebszustand

Die NO<sub>x</sub>-Emissionen im warmen Betriebszustand sind für die Benzin-Pkw in Abbildung 41 und für die Diesel-Pkw in Abbildung 42 dargestellt. Man kann erkennen, dass die NO<sub>x</sub>-Emissionen bei den Benzin-Pkw von Euro 0 bis Euro 2 stetig abnehmen und bei den Euro 4 und 5 Fahrzeugen einen deutlich reduzierten Wert auf gleichem Niveau einnehmen. Die NO<sub>x</sub>-Emissionen der Diesel-Pkw waren bei Euro 0 und 1 noch unter denen der Benzin-Pkw. Bei den Euro 2 Fahrzeugen mit Dieselantrieb erhöhen sich die NO<sub>x</sub>-Emissionen im Vergleich zu den Euro 1 Fahrzeugen. Dies lässt sich eventuell wie beim Kraftstoffverbrauch der Benzin-Pkw (siehe Kap. 4.1.1) durch eine längere Lebenszeit von Euro 2 Fahrzeugen mit höheren NO<sub>x</sub>-Emissionen erklären. Die Euro 4 und 5 Diesel-Pkw liegen bei den NO<sub>x</sub>-Emissionen deutlich über denen der Benzin-Pkw.

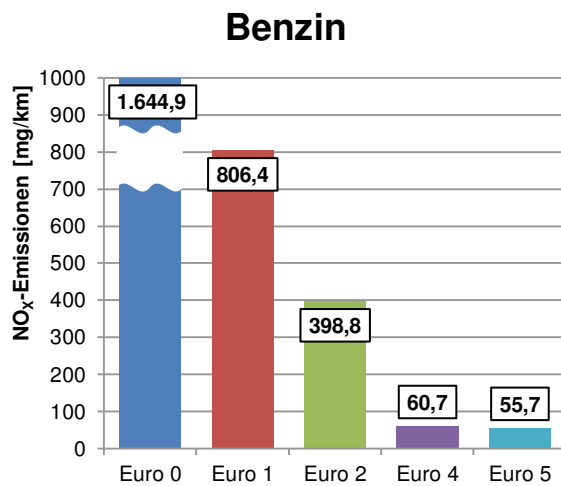


Abbildung 41: Mittlere NO<sub>x</sub>-Emissionen bei Benzin-Antrieb laut HBEFA bei warmem Betriebszustand je Euroklasse 2009 [2]

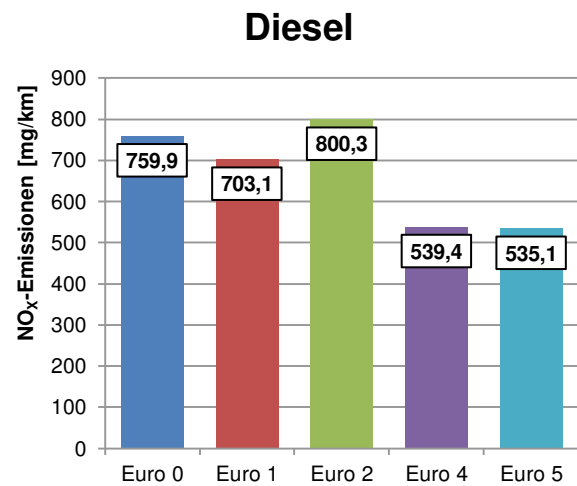


Abbildung 42: Mittlere NO<sub>x</sub>-Emissionen bei Diesel-Antrieb laut HBEFA bei warmem Betriebszustand je Euroklasse 2009 [2]

#### 4.3.5.2 Zusammenfassung NO<sub>x</sub>-Emissionen

Wie in Tabelle 73 zu erkennen ist, haben die NO<sub>x</sub>-Emissionen bei den Benzin-Pkw stärker abgenommen als bei den Diesel-Pkw. Die Reduktion der gesamten NO<sub>x</sub>-Emissionen bei den Fahrzeugen mit Benzinantrieb betrug ca. 94,2 % und bei denen mit Dieselantrieb ca. 45,2 %. Bei den mittleren NO<sub>x</sub>-Emissionen wird der Unterschied zwischen den Benzin und Diesel-Pkw noch deutlicher. Bei den Benzin-Pkw ergab sich eine Reduktion der mittleren NO<sub>x</sub>-Emissionen von ca. 94,7 % und bei den Diesel-Pkw von ca. 25,3 %.

Die gesamten NO<sub>x</sub>-Emissionen von Benzin- und Diesel-Pkw gemeinsam (siehe Tabelle 74) ergeben eine Verringerung um rund 82,5 %.

Tabelle 73: Veränderungen der NO<sub>x</sub>-Emissionen im warmen Betriebszustand – Benzin und Diesel getrennt

NO <sub>x</sub> -Emissionen warmer Betriebszustand	BENZIN <sup>1</sup>					DIESEL <sup>1</sup>				
	Altfahrzeuge			Neufahrzeuge		Altfahrzeuge			Neufahrzeuge	
	Fahrleistung Benzin-Pkw: 10.964 [km/a*Pkw]					Fahrleistung Diesel-Pkw: 14.815 [km/a*Pkw]				
	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 4	Euro 5	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 4	Euro 5
Anzahl Pkw <sup>2</sup>	8.650	13.221	135	22.294	1.837	2.314	5.598	69	4.482	1.375
Emissionen [mg/km]	1.644,9	806,4	398,8	60,7	55,7	759,9	703,1	800,3	539,4	535,1
Emissionen [kg/(a*Pkw)] <sup>3</sup>	18,0	8,8	4,4	0,7	0,6	11,3	10,4	11,9	8,0	7,9
Emissionen [t/a]	156,0	116,9	0,6	14,8	1,1	26,1	58,3	0,8	35,8	10,9
gesamte Emissionen [t/a]	273,5			15,9		85,2			46,7	
<b>Differenz gesamte Emissionen</b>	<b>- 257,5 [t/a] bzw. - 94,2 [%]</b>					<b>- 38,5 [t/a] bzw. - 45,2 [%]</b>				
mittlere Emissionen pro Pkw [kg/a] <sup>4</sup>	12,4			0,7		10,7			8,0	
<b>Differenz mittlere Emissionen pro Pkw</b>	<b>- 11,8 [kg/a] bzw. - 94,7 [%]</b>					<b>- 2,7 [kg/a] bzw. - 25,3 [%]</b>				

Tabelle 74: Veränderungen der NO<sub>x</sub>-Emissionen im warmen Betriebszustand – Benzin und Diesel zusammen

NO <sub>x</sub> -Emissionen warmer Betriebszustand	BENZIN & DIESEL <sup>1</sup>	
	Altfahrzeuge	Neufahrzeuge
gesamte Emissionen [t/a]	358,7	62,7
<b>Differenz gesamte Emissionen</b>	<b>- 296,0 [t/a] bzw. - 82,5 [%]</b>	

- 1...alle Angaben sind gerundet
- 2...Angaben zu Neu- und Altfahrzeugen sind aufgrund der verschiedenen Antriebsarten nicht deckungsgleich
- 3...Berechnung mittels Fahrleistung [30]
- 4...gesamte Emissionen pro Anzahl an Pkw

### 4.3.5.3 NO<sub>2</sub> Stickstoffdioxid

Stickstoffdioxid hat auf die Umwelt mehrere Einflüsse. NO<sub>2</sub> ist ein Säurebildner und führt über die Bildung von Salpetersäure (HNO<sub>3</sub>) zu saurem Regen. In den Wintermonaten führt NO<sub>2</sub> durch eine Reaktion mit Ammoniak zur Erhöhung der Feinstaubkonzentration. Weiters bildet sich unter Einwirkung von UV-Strahlung Ozon. [35]

Für den Menschen ist die säurebildende Eigenschaft des NO<sub>2</sub> giftig, da dies zur Reizung der Schleimhäute führt. Bei längerer Exposition unter erhöhten Konzentrationen stellen sich negative Wirkungen auf mehrere Organe ein. [35]

Im HBEFA sind den NO<sub>2</sub>-Emissionswerten bestimmte prozentuelle Werte in Bezug auf NO<sub>x</sub> je Euroklasse zugrunde gelegt. Diese Werte, welche in Tabelle 75 ersichtlich sind, unterscheiden sich bei den Benzin-Pkw nicht voneinander. Die Anteilswerte bei den Diesel-Pkw haben mehrere Unterscheidungen. Speziell ist zu beachten ist, dass die NO<sub>2</sub>-Emissionen mit Dieselpartikelfilter wesentlich höher sind als ohne. Durch den Einsatz von Partikelfiltern werden zwar die Partikelemissionen gesenkt, aber im Gegenzug die NO<sub>2</sub>-Emissionen erhöht.

Tabelle 75: Anteil der NO<sub>2</sub>- an den NO<sub>x</sub>-Emissionen laut HBEFA [2]

Antriebsart	Anteil der NO <sub>2</sub> - an den NO <sub>x</sub> -Emissionen
Benzintrieb Euro 0 bis 5	5 %
Dieselantrieb Euro 0 und 1	8 %
Dieselantrieb Euro 2	30 % mit DPF <sup>1</sup> ; ohne 11 %
Dieselantrieb Euro 4	50 % mit DPF <sup>1</sup> ; ohne 40 %
Dieselantrieb Euro 5	35 %

1...DPF: Dieselpartikelfilter

#### 4.3.5.3.1 NO<sub>2</sub>-Emissionen bei warmem Betriebszustand

Die NO<sub>2</sub>-Emissionen im warmen Betriebszustand der Benzin-Pkw in Abbildung 43 weisen einen klaren Trend auf und sinken von Euro 0 auf Euro 5 deutlich ab. Die NO<sub>2</sub>-Emissionen im warmen Betriebszustand der Diesel-Pkw in Abbildung 44 hingegen sind bei den Euro 0 und 1 auf einem niedrigen Niveau und nehmen mit den Euro 2 Fahrzeugen stark zu. Dies hat, wie bereits angesprochen, mit den Dieselpartikelfiltern zu tun, die höhere NO<sub>2</sub>-Emissionen zur Folge haben. Die Euro 4 und 5 verzeichnen wieder einen Rückgang der NO<sub>2</sub>-Emissionen im warmen Betriebszustand.

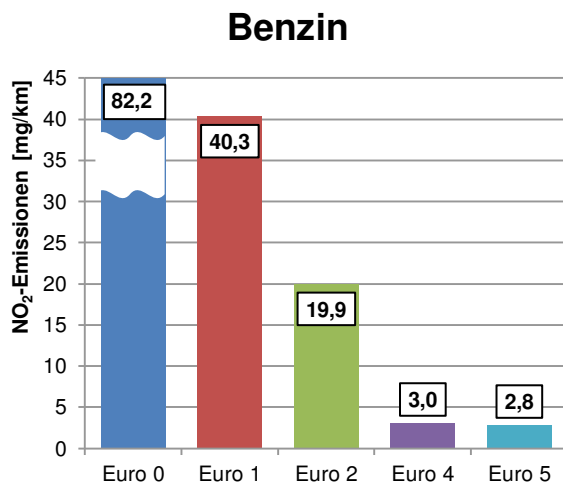


Abbildung 43: Mittlere NO<sub>2</sub>-Emissionen bei Benzin-Antrieb laut HBEFA bei warmem Betriebszustand je Euroklasse 2009 [2]

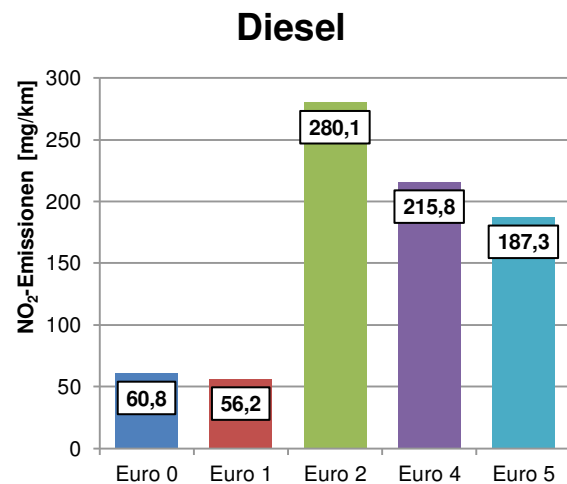


Abbildung 44: Mittlere NO<sub>2</sub>-Emissionen bei Diesel-Antrieb laut HBEFA bei warmem Betriebszustand je Euroklasse 2009 [2]

#### 4.3.5.3.2 Zusammenfassung NO<sub>2</sub>-Emissionen

Wie in der Darstellung der NO<sub>2</sub>-Emissionen bereits (siehe Kap. 4.3.5.3.1) gezeigt wurde, ist ein Rückgang der NO<sub>2</sub>-Emissionen im warmen Betriebszustand der Benzin-Pkw und ein Anstieg dieser für die Diesel-Pkw zu erwarten. Die Tabelle 76 ersichtliche Auswertung, ergibt für die gesamten NO<sub>2</sub>-Emissionen der Benzin-Pkw eine Reduktion um ca. 94,2 % und für die Diesel-Pkw einen Anstieg der NO<sub>2</sub>-Emissionen um rund 157,9 %. Die mittleren NO<sub>2</sub>-Emissionen der Benzin-Pkw reduzieren sich um ca. 94,7 % und jene der Diesel-Pkw zeigten eine Steigerung um 251,4 %.

Die gesamten NO<sub>2</sub>-Emissionen der Benzin- und Diesel-Pkw gemeinsam (in Tabelle 77) ergaben einen Rückgang um etwa 8,5 %. Dies ist nur möglich, da die Benzin-Pkw einen Großteil der Neufahrzeuge stellen, welche eine Minderung der NO<sub>2</sub>-Emissionen aufweisen.

Tabelle 76: Veränderungen der NO<sub>2</sub>-Emissionen im warmen Betriebszustand – Benzin und Diesel getrennt

NO <sub>2</sub> -Emissionen warmer Betriebszustand	BENZIN <sup>1</sup>					DIESEL <sup>1</sup>				
	Altfahrzeuge			Neufahrzeuge		Altfahrzeuge			Neufahrzeuge	
	Fahrleistung Benzin-Pkw: 10.964 [km/a*Pkw]					Fahrleistung Diesel-Pkw: 14.815 [km/a*Pkw]				
	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 4	Euro 5	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 4	Euro 5
Anzahl Pkw <sup>2</sup>	8.650	13.221	135	22.294	1.837	2.314	5.598	69	4.482	1.375
Emissionen [mg/km]	82,2	40,3	19,9	3,0	2,8	60,8	56,2	280,1	215,8	187,3
Emissionen [g/(a*Pkw)] <sup>3</sup>	901,8	442,1	218,6	33,3	30,5	900,6	833,3	4.149,5	3.196,7	2.774,7
Emissionen [kg/a]	7.800,4	5.844,7	29,5	741,4	56,1	2.084,1	4.665,0	286,3	14.327,8	3.815,2
gesamte Emissionen [kg/a]	13.674,6			797,5		7.035,4			18.143,0	
<b>Differenz gesamte Emissionen</b>	<b>- 12.877,1 [kg/a] bzw. - 94,2 [%]</b>					<b>+ 11.107,6 [kg/a] bzw. + 157,9 [%]</b>				
mittlere Emissionen pro Pkw [kg/a] <sup>4</sup>	621,4			33,0		881,5			3.097,7	
<b>Differenz mittlere Emissionen pro Pkw</b>	<b>- 588,4 [g/a] bzw. - 94,7 [%]</b>					<b>+ 2.216,1 [g/a] bzw. + 251,4 [%]</b>				

Tabelle 77: Veränderungen der NO<sub>2</sub>-Emissionen im warmen Betriebszustand – Benzin und Diesel zusammen

NO <sub>2</sub> -Emissionen warmer Betriebszustand	BENZIN & DIESEL <sup>1</sup>	
	Altfahrzeuge	Neufahrzeuge
gesamte Emissionen [t/a]	20,7	18,9
<b>Differenz gesamte Emissionen</b>	<b>- 296,8 [t/a] bzw. - 8,5 [%]</b>	

- 1...alle Angaben sind gerundet
- 2...Angaben zu Neu- und Altfahrzeugen sind aufgrund der verschiedenen Antriebsarten nicht deckungsgleich
- 3...Berechnung mittels Fahrleistung [30]
- 4...gesamte Emissionen pro Anzahl an Pkw

#### 4.3.5.4 N<sub>2</sub>O Distickstoffmonoxid

Distickstoffmonoxid oder Lachgas stellt einen beträchtlichen Teil der anthropogenen Treibhausgasemissionen dar. Der Großteil der N<sub>2</sub>O-Emissionen entsteht in der Landwirtschaft, es entsteht aber unter anderem auch in den Abgaskatalysatoren von Kfz. N<sub>2</sub>O verbleibt etwa 100 Jahre in der Atmosphäre und hat ein 310-mal so hohes Treibhauspotenzial wie CO<sub>2</sub>. [41]

N<sub>2</sub>O ist für den Menschen nur in hohen Konzentrationen gefährlich. Es wird als Narkosemittel eingesetzt. [42]

##### 4.3.5.4.1 N<sub>2</sub>O-Emissionen bei warmem Betriebszustand

Die in Abbildung 45 dargestellten N<sub>2</sub>O-Emissionen im warmen Betriebszustand für Benzin-Pkw zeigen einen Anstieg der N<sub>2</sub>O-Emissionen von Euro 0 auf Euro 1. Die N<sub>2</sub>O-Emissionen der Benzin-Pkw zeigen bis auf diese Unregelmäßigkeit die gleiche Entwicklung wie die NO<sub>x</sub>-Emissionen.

Abbildung 46 zeigt die Entwicklung der N<sub>2</sub>O-Emissionen der Diesel-Pkw. Es wurde im HBEFA kein Wert für die N<sub>2</sub>O-Emissionen der Euro 0 Dieselfahrzeuge hinterlegt. Um eine Berechnung durchzuführen, wurde der Emissionswert der Euro 1 Dieselfahrzeuge auch für Euro 0 angenommen.

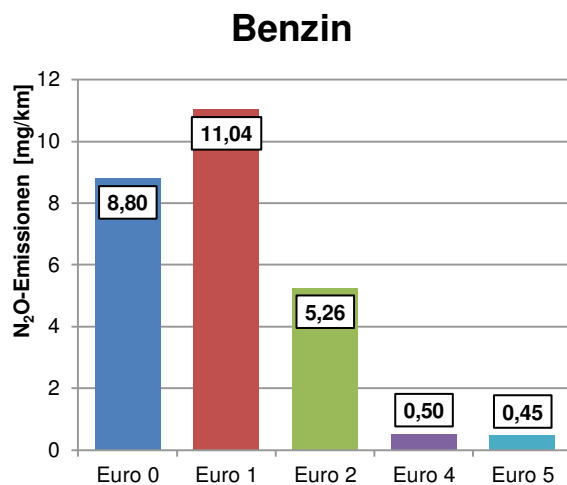


Abbildung 45: Mittlere N<sub>2</sub>O-Emissionen bei Benzin-Antrieb laut HBEFA bei warmem Betriebszustand je Euroklasse 2009 [2]

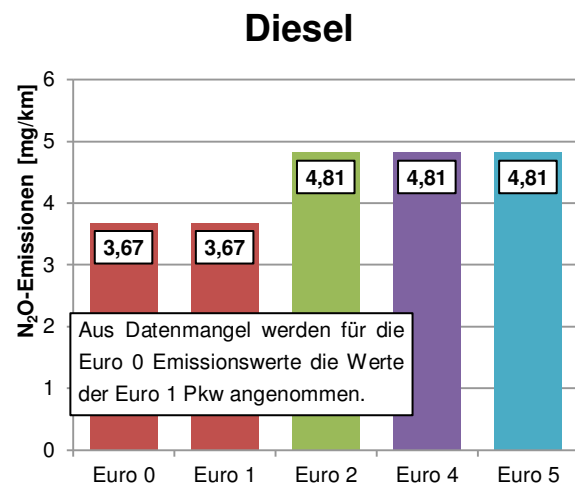


Abbildung 46: Mittlere N<sub>2</sub>O-Emissionen bei Diesel-Antrieb laut HBEFA bei warmem Betriebszustand je Euroklasse 2009 [2]

##### 4.3.5.4.2 Zusammenfassung N<sub>2</sub>O-Emissionen

Die im Folgenden erläuterten Ergebnisse und Berechnungen für die N<sub>2</sub>O-Emissionen der Diesel-Pkw sind bestenfalls als grobe Schätzung zu bezeichnen, da die N<sub>2</sub>O-Emissionswerte für die Euro 0 Dieselfahrzeuge nur angenommen wurden (Annahme der Euro 1 N<sub>2</sub>O-Emissionen für Euro 0). Aufgrund der Bildungseigenschaften von N<sub>2</sub>O in Katalysatoren und das Fehlen dieser in den Euro 0 Pkw kann es gut möglich sein, dass die N<sub>2</sub>O-Emissionen der Euro 0 Diesel-Pkw unter denen der Euro 1 liegen.



Die in Tabelle 78 erläuterte Berechnung der  $N_2O$ -Emissionen zeigt einen Rückgang der  $N_2O$ -Emissionen bei den Benzin-Pkw. Die gesamten  $N_2O$ -Emissionen im warmen Betriebszustand der Benzin-Pkw verringern sich um ca. 94,6 % und die der mittleren  $N_2O$ -Emissionen um ca. 95,1 %. Bei den Diesel-Pkw ist die Verringerung der gesamten  $N_2O$ -Emissionen im warmen Betriebszustand um ca. 4,1 % nur durch die geringere Anzahl der Diesel-Neufahrzeuge möglich. Die mittleren  $N_2O$ -Emissionen zeigen, dass es einen Anstieg der Emissionen um rund 30,6 % gibt.

Die gesamten  $N_2O$ -Emissionen im warmen Betriebszustand der Benzin- und Diesel-Pkw zusammen sind in Tabelle 79 angeführt. Aufgrund der starken Reduktion der  $N_2O$ -Emissionen der Benzin-Altfahrzeuge und deren größerer Anzahl bei den Alt- und Neufahrzeugen, sinken die gesamten  $N_2O$ -Emissionen um ca. 80,9 %.

Tabelle 78: Veränderungen der N<sub>2</sub>O-Emissionen im warmen Betriebszustand – Benzin und Diesel getrennt

N <sub>2</sub> O-Emissionen warmer Betriebszustand	BENZIN <sup>1</sup>					DIESEL <sup>1</sup>				
	Altfahrzeuge			Neufahrzeuge		Altfahrzeuge			Neufahrzeuge	
	Fahrleistung Benzin-Pkw: 10.964 [km/a*Pkw]					Fahrleistung Diesel-Pkw: 14.815 [km/a*Pkw]				
	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 4	Euro 5	Euro 0 <sup>3</sup>	Euro 1	Euro 2	Euro 4	Euro 5
Anzahl Pkw <sup>2</sup>	8.650	13.221	135	22.294	1.837	2.314	5.598	69	4.482	1.375
Emissionen [mg/km]	8,80	11,04	5,26	0,50	0,45	3,67	3,67	4,81	4,81	4,81
Emissionen [g/(a*Pkw)] <sup>4</sup>	96,51	121,05	57,68	5,47	4,98	54,44	54,44	71,31	71,31	71,31
Emissionen [kg/a]	834,8	1.600,4	7,8	121,9	9,2	126,0	304,8	4,9	319,6	98,1
gesamte Emissionen [kg/a]	2.443,0			131,0		435,7			417,7	
<b>Differenz gesamte Emissionen</b>	<b>- 2.311,9 [kg/a] bzw. – 94,6 [%]</b>					<b>- 18,0 [kg/a] bzw. – 4,1 [%]</b>				
mittlere Emissionen pro Pkw [g/a] <sup>5</sup>	111,0			5,4		54,6			71,3	
<b>Differenz mittlere Emissionen pro Pkw</b>	<b>- 105,6 [g/a] bzw. – 95,1 [%]</b>					<b>+ 16,7 [g/a] bzw. + 30,6 [%]</b>				

Tabelle 79: Veränderungen der N<sub>2</sub>O-Emissionen im warmen Betriebszustand – Benzin und Diesel zusammen

N <sub>2</sub> O-Emissionen warmer Betriebszustand	BENZIN & DIESEL <sup>1</sup>	
	Altfahrzeuge	Neufahrzeuge
gesamte Emissionen [t/a]	2,9	0,5
<b>Differenz gesamte Emissionen</b>	<b>- 2,3 [t/a] bzw. – 80,9 [%]</b>	

- 1...alle Angaben sind gerundet
- 2...Angaben zu Neu- und Altfahrzeugen sind aufgrund der verschiedenen Antriebsarten nicht deckungsgleich
- 3...Aus Datenmangel werden für die Euro 0 Emissionswerte die Werte der Euro 1 Pkw angenommen
- 4...Berechnung mittels Fahrleistung [30]
- 5...gesamte Emissionen pro Anzahl an Pkw

### 4.3.6 HC Kohlenwasserstoffe

Die die große Gruppe der Kohlenwasserstoffe beinhaltet eine Vielzahl an chemischen Verbindungen. In den Verbrennungsprodukten fossiler Kraftstoffe konnten mehrere Hundert kohlenwasserstoffhaltige Verbindungen nachgewiesen werden. Die Eigenschaften und deren Auswirkungen auf die Umwelt der HC sind sehr unterschiedlich, deshalb ist es schwer diese Gruppe einheitlich zu bewerten. [36]

Generell kann gesagt werden, dass einige der in den Kohlenwasserstoffen enthaltenen Verbindungen zur photochemischen Bildung von bodennahem Ozon beitragen. Weiters ist in der Gruppe der unverbrannten HC Methan zu finden, welches als Treibhausgas 25-mal stärker wirkt als  $\text{CO}_2$ . [35]

Auf den Menschen relevante Auswirkungen haben vor allem die aromatischen HC. Diese sind, je nach Verbindung, für krebserregende Eigenschaften bekannt. Hier ist das als besonders gesundheitsgefährdend geltende Benzol hervorzuheben, welches zu mehreren Krebsarten führen kann. Für Benzol ist keine Wirkungsschwelle bekannt, unter der es zu keiner Schädigung kommt. [35]

Die HC-Emissionen spielen bei den Benzin-Pkw, aufgrund der Eigenschaften des Kraftstoffs, eine wichtigere Rolle als bei den Diesel-Pkw. Kohlenwasserstoffe werden üblicherweise in zwei Gruppen aufgeteilt. Einerseits in Methan ( $\text{CH}_4$ ) und andererseits in Nicht-Methan-Kohlenwasserstoffe. Untersucht werden in diesem Unterkapitel die gesamten HC-Emissionen sowie der Anteil der  $\text{CH}_4$ -Emissionen und der NMHC-Emissionen an den gesamten HC-Emissionen. Des Weiteren werden, als Untergruppe der NMHC-Emissionen, die Benzol-Emissionen gesondert betrachtet.

Aufgrund der leichten Flüchtigkeit von Kohlenwasserstoffen ergeben sich für die HC-Emissionen zwei weitere Emissionsarten. Wie bei den meisten bisher untersuchten Emissionen, werden auch hier die Emissionsquellen im warmen Betriebszustand und den Kaltstartemissionen betrachtet. Weiters kommen noch die Emissionen durch Verdampfung nach Motorabstellen und infolge von Tankatmung für die Benzin-Pkw hinzu. Diese Emissionsquellen sind bereits einleitend in Kapitel 3.1.3 erläutert. Für die Diesel-Pkw gibt es im HBEFA keine Daten für diese Emissionsarten, was mit der Beschaffenheit des Kraftstoffs an sich zu tun hat. Diese zusätzlichen Emissionsquellen werden für die  $\text{CH}_4$ -Emissionen nicht betrachtet, da diese im HBEFA nicht existieren und real auch nicht vorkommen.

#### 4.3.6.1 HC-Emissionen bei warmem Betriebszustand

Wie in Abbildung 47 ersichtlich, haben sich die HC-Emissionen im warmen Betriebszustand von Euro 0 auf Euro 4 um mehr als das 100-Fache reduziert. Bei den Diesel-Pkw in Abbildung 48 zeichnet sich eine ähnliche Reduktion auf niedrigerem Niveau ab. Hier reduzieren sich die HC-Emissionen von Euro 0 auf Euro 4 um das 15-Fache und befinden sich allerdings, im Vergleich zu den Euro 4 Benzin-Pkw, leicht über deren Emissionswert. Der leichte Anstieg der HC-Emission bei den Diesel-Pkw von Euro 4 auf 5 ist nicht klar erklärbar.

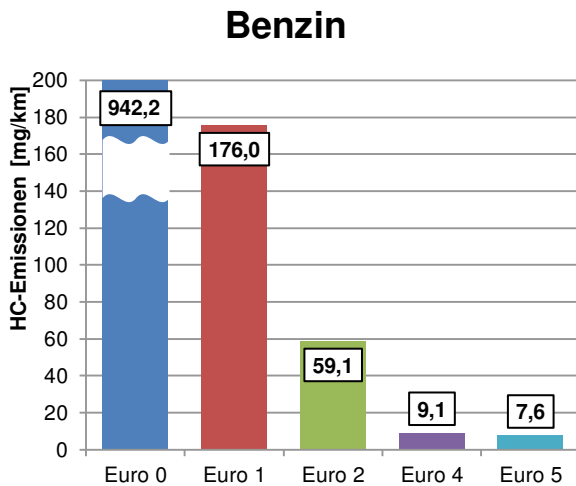


Abbildung 47: Mittlere HC-Emissionen bei Benzin-Antrieb laut HBEFA bei warmem Betriebszustand je Euroklasse 2009 [2]

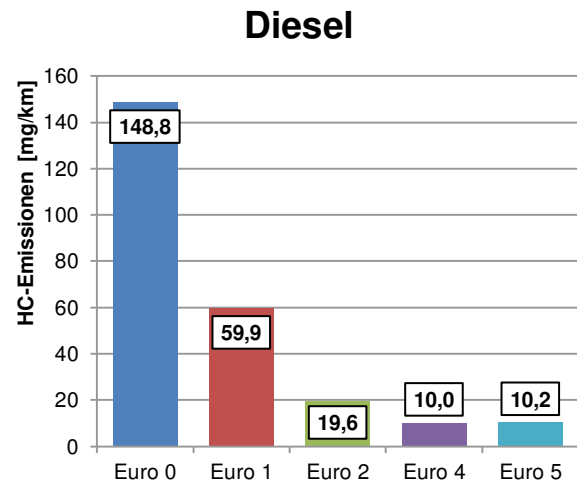


Abbildung 48: Mittlere HC-Emissionen bei Diesel-Antrieb laut HBEFA bei warmem Betriebszustand je Euroklasse 2009 [2]

#### 4.3.6.2 HC-Emissionen durch Kaltstarts

Die HC-Emissionen bei Kaltstarts für Benzin und Diesel-Pkw in Abbildung 49 und Abbildung 50 zeigen im Vergleich zu den HC-Emissionen im warmen Betriebszustand deutlich höhere Werte. Es ist zu beachten, dass die Kaltstartemissionen in Gramm und die Emissionen im warmen Betriebszustand im Milligramm angegeben sind. Es zeichnet sich dennoch eine deutliche Reduktion der HC-Emissionen ab, wobei die Benzin-Pkw im Gegensatz zu den Diesel-Pkw ca. 10-mal höhere Emissionen haben.

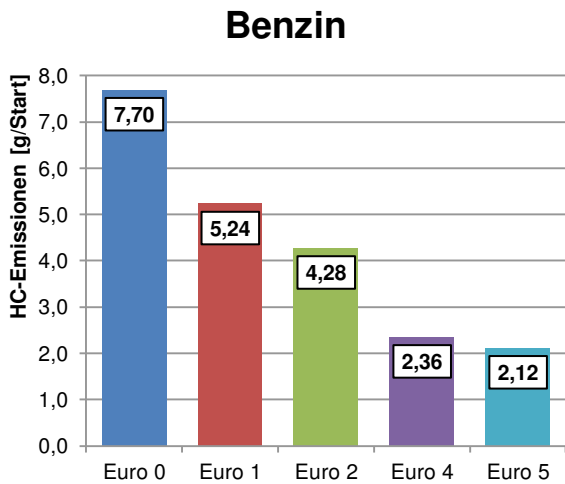


Abbildung 49: Mittlere HC-Emissionen bei Benzin-Antrieb laut HBEFA pro Kaltstart und Euroklasse 2009 [2]

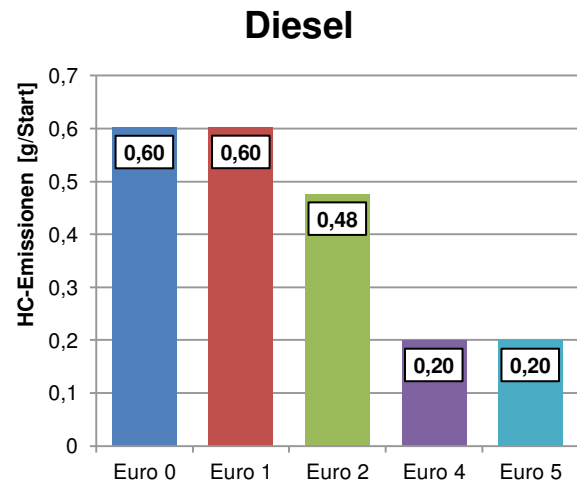


Abbildung 50: Mittlere HC-Emissionen bei Diesel-Antrieb laut HBEFA pro Kaltstart und Euroklasse 2009 [2]

#### 4.3.6.3 HC-Emissionen durch Verdampfung nach Motorabstellen

Wie bereits einleitend erwähnt, sind die HC-Emissionen durch die Verdampfung nach Motorabstellen nur für die Benzin-Pkw ein Thema. In Abbildung 51 zeigt sich, dass die Euro 0 Pkw bei dieser Emissionsart deutlich schlechter abschneiden als die Euro 1 bis 5 Fahrzeuge. Zwischen den Euro 1 bis 5 Pkw gibt es einen Unterschied, welcher aber aufgrund der geringen Differenz nicht vernünftig darstellbar ist.

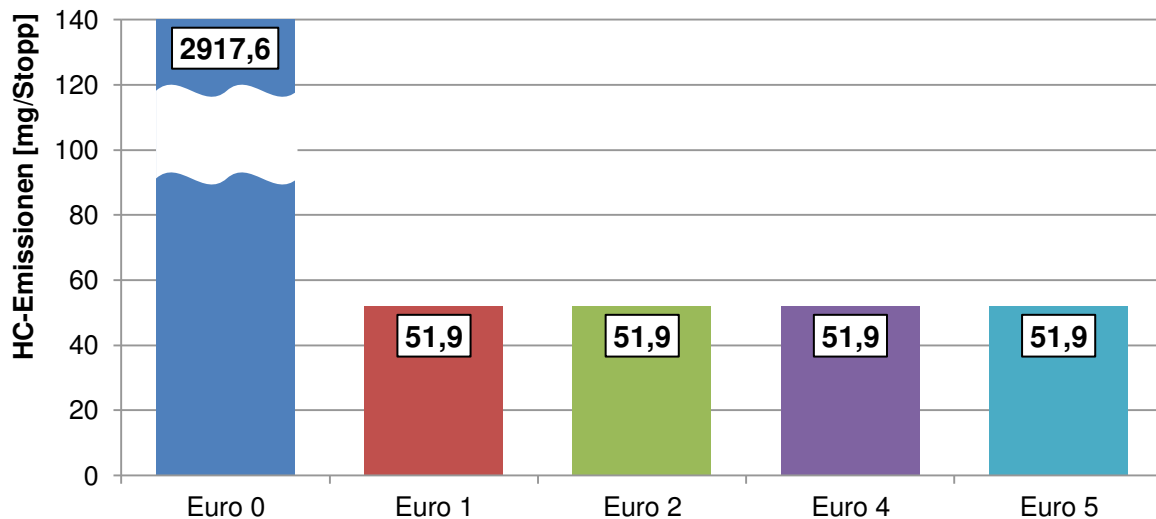


Abbildung 51: Mittlere HC-Emissionen bei Benzin-Antrieb laut HBEFA durch Verdampfung nach Motorabstellen und Euroklasse 2009 [2]

#### 4.3.6.4 HC-Emissionen durch Verdampfung infolge von Tankatmung

Die in Abbildung 52 dargestellten HC-Emissionen durch Verdampfung infolge von Tankatmung sinken von Euro 0 auf Euro 1 sprunghaft und in weiterer Folge von Euro 1 bis Euro 5 stetig.

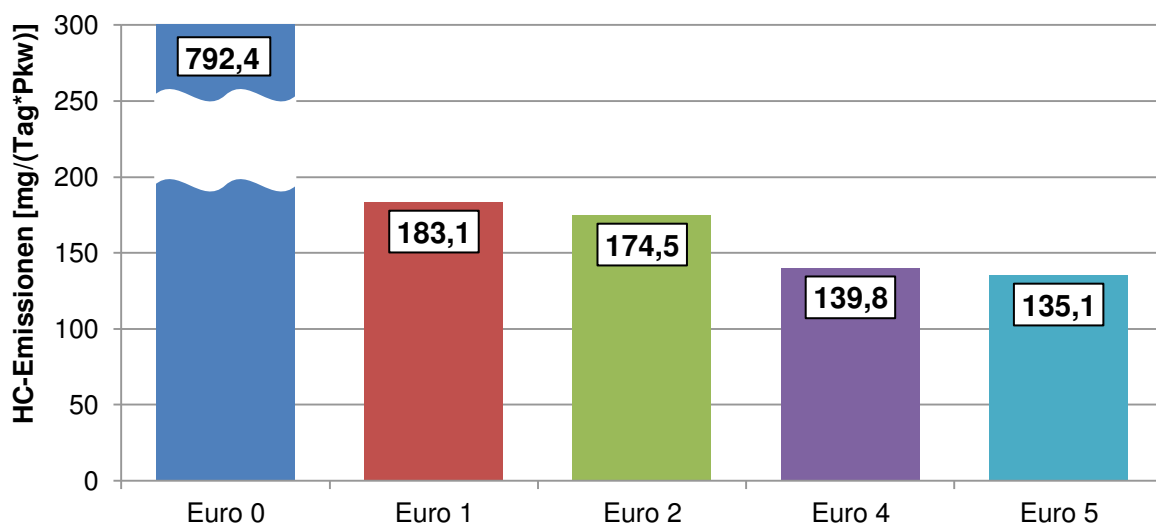


Abbildung 52: Mittlere HC-Emissionen bei Benzin-Antrieb laut HBEFA durch Verdampfung infolge von Tankatmung und Euroklasse 2009 [2]

#### 4.3.6.5 Zusammenfassung HC-Emissionen

Die Veränderungen der HC-Emissionen im warmen Betriebszustand für Benzin- und Diesel-Pkw getrennt sind in Tabelle 80 ersichtlich. Die gesamten HC-Emissionen für Benzin-Pkw verringern sich um etwa 97,9 % und bei den Diesel-Pkw um ca. 91,4 %. Die mittleren HC-Emissionen reduzieren sich bei den Benzin-Pkw stärker als bei den Diesel-Pkw, nämlich um rund 98,1 % bei den Benzin-Pkw und ca. 88,2 % bei den Diesel-Pkw.

Die Addition der gesamten Benzin und Diesel-Pkw HC-Emissionen im warmen Betriebszustand, ersichtlich in Tabelle 81, ergeben eine HC-Emissionsminderung um rund 97,4 %.

In Tabelle 82 sind die HC-Emissionen für Kaltstarts von Benzin- und Diesel-Pkw berechnet. Die gesamten Kaltstartemissionen verringern sich bei den Benzin-Pkw um rund 58,6 % und bei den Diesel-Pkw um ca. 75,6%. Dieser Unterschied zwischen den gesamten HC-Emissionen für Kaltstarts ändert sich bei den mittleren HC-Emissionen für Kaltstarts, wobei die Benzin-Pkw eine Reduktion von ca. 62,3 % und die Diesel-Pkw eine Reduktion von 66,8 % aufweisen.

Die Addition der gesamten Benzin und Diesel-Pkw HC-Emissionen bei Kaltstarts, ersichtlich in Tabelle 83, ergeben eine HC-Emissionsminderung um rund 59,2 %.

Betrachtet man die HC-Emissionen im warmen Betriebszustand und die der Kaltstarts zusammen (siehe Tabelle 84), ergibt sich für die Benzin-Pkw eine HC-Emissionsminderung um ca. 79,7 % und für die Diesel-Pkw um rund 87,3 %. Die mittleren HC-Emissionen dieser beiden Emissionsquellen ergeben eine Verringerung bei den Benzin-Pkw um ca. 81,5 % und bei den Diesel-Pkw um ca. 82,7 %.

Die HC-Emissionen der Benzin und Diesel-Pkw im warmen Betriebszustand und die der Kaltstarts zusammen (in Tabelle 85) ergibt eine Minderung der HC-Emissionen um etwa 80,1 %.

Die in Tabelle 86 dargestellten HC-Emissionen durch Verdampfung nach Motorabstellen sind, wie bereits erwähnt, nur für Benzin-Pkw möglich. Die Reduktion ist aufgrund der hohen HC-Emissionen der Euro 0 Pkw mit etwa 95,2 % bei den gesamten HC-Emissionen sehr hoch. Die mittleren HC-Emissionen zeigen eine in etwa gleiche Reduktion um ca. 95,6 %.

Die HC-Emissionen durch Verdampfung infolge von Tankatmung für Benzin-Pkw in Tabelle 87, ergeben eine Verringerung der gesamten HC-Emissionen um ca. 63,8 %. Die mittleren HC-Emissionen liegen bei einer Reduktion von rund 67,0 %

In Tabelle 88 sind die HC-Emissionen im warmen Betriebszustand zusätzlich Kaltstarts und Verdampfung nach Motorabstellen und infolge von Tankatmung für die Benzin-Pkw addiert. Dies ergibt eine gesamte Reduktion der HC-Emissionen um ca. 80,7 %. Die mittleren HC-Emissionen verringern sich um ca. 82,4 %. Die gesamten Emissionen der Benzin-Pkw werden anschließend in Tabelle 89 mit den gesamten HC-Emissionen der Diesel-Pkw aus Tabelle 84 addiert und ergeben eine gesamte HC-Reduktion um rund 81,1 %.

Tabelle 80: Veränderungen der HC-Emissionen im warmen Betriebszustand – Benzin und Diesel getrennt

HC-Emissionen warmer Betriebszustand	BENZIN <sup>1</sup>					DIESEL <sup>1</sup>				
	Altfahrzeuge			Neufahrzeuge		Altfahrzeuge			Neufahrzeuge	
	Fahrleistung Benzin-Pkw: 10.964 [km/a*Pkw]					Fahrleistung Diesel-Pkw: 14.815 [km/a*Pkw]				
	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 4	Euro 5	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 4	Euro 5
Anzahl Pkw <sup>2</sup>	8.650	13.221	135	22.294	1.837	2.314	5.598	69	4.482	1.375
Emissionen [mg/km]	942,3	176,0	59,1	9,1	7,6	148,8	59,9	19,6	10,0	10,2
Emissionen [g/(a*Pkw)] <sup>3</sup>	10.331	1.930	648	100	83	2.204	887	290	148	152
Emissionen [t/a]	89,4	25,5	0,1	2,2	0,2	5,1	5,0	0,0	0,7	0,2
gesamte Emissionen [t/a]	115,0			2,4		10,1			0,9	
<b>Differenz gesamte Emissionen</b>	<b>- 112,6 [t/a] bzw. – 97,9 [%]</b>					<b>- 9,2 [t/a] bzw. – 91,4 [%]</b>				
mittlere Emissionen pro Pkw [kg/a] <sup>4</sup>	5,2			0,1		1,3			0,1	
<b>Differenz mittlere Emissionen pro Pkw</b>	<b>- 5,1 [kg/a] bzw. – 98,1 [%]</b>					<b>- 1,1 [kg/a] bzw. – 88,2 [%]</b>				

Tabelle 81: Veränderungen der HC-Emissionen im warmen Betriebszustand – Benzin und Diesel zusammen

HC-Emissionen warmer Betriebszustand	BENZIN & DIESEL <sup>1</sup>	
	Altfahrzeuge	Neufahrzeuge
gesamte Emissionen [t/a]	125,1	3,2
<b>Differenz gesamte Emissionen</b>	<b>- 121,8 [t/a] bzw. – 97,4 [%]</b>	

- 1...alle Angaben sind gerundet
- 2...Angaben zu Neu- und Altfahrzeugen sind aufgrund der verschiedenen Antriebsarten nicht deckungsgleich
- 3...Berechnung mittels Fahrleistung [30]
- 4...gesamte Emissionen pro Anzahl an Pkw

Tabelle 82: Veränderungen der HC-Emissionen für Kaltstarts – Benzin und Diesel getrennt

HC-Emissionen Kaltstart	BENZIN <sup>1</sup>					DIESEL <sup>1</sup>				
	Altfahrzeuge			Neufahrzeuge		Altfahrzeuge			Neufahrzeuge	
	Anzahl Kaltstarts pro Benzin-Pkw: 730 [Starts/a]					Anzahl Kaltstarts pro Benzin-Pkw: 730 [Starts/a]				
	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 4	Euro 5	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 4	Euro 5
Anzahl Pkw <sup>2</sup>	8.650	13.221	135	22.294	1.837	2.314	5.598	69	4.482	1.375
Emissionen [g/Start]	7,70	5,24	4,28	2,36	2,12	0,60	0,60	0,48	0,20	0,20
Emissionen [g/(a*Pkw)] <sup>3</sup>	5.618	3.823	3.123	1.721	1.549	439	440	348	146	146
Emissionen [t/a]	48,6	50,5	0,4	38,4	2,8	1,0	2,5	0,0	0,7	0,2
gesamte Emissionen [t/a]	99,6			41,2		3,5			0,9	
<b>Differenz gesamte Emissionen</b>	<b>- 58,4 [t/a] bzw. – 58,6 [%]</b>					<b>- 2,6 [t/a] bzw. – 75,6 [%]</b>				
mittlere Emissionen pro Pkw [kg/a] <sup>4</sup>	4,5			1,7		0,4			0,1	
<b>Differenz mittlere Emissionen pro Pkw</b>	<b>- 2,8 [kg/a] bzw. – 62,3 [%]</b>					<b>- 0,3 [kg/a] bzw. – 66,8 [%]</b>				

Tabelle 83: Veränderungen der HC.Emissionen für Kaltstarts – Benzin und Diesel zusammen

HC-Emissionen Kaltstart	BENZIN & DIESEL <sup>1</sup>	
	Altfahrzeuge	Neufahrzeuge
gesamte Emissionen [t/a]	103,1	42,1
<b>Differenz gesamte Emissionen</b>	<b>- 61,0 [t/a] bzw. – 59,2 [%]</b>	

- 1...alle Angaben sind gerundet
- 2...Angaben zu Neu- und Altfahrzeugen sind aufgrund der verschiedenen Antriebsarten nicht deckungsgleich
- 3...Berechnung mittels Annahme der Anzahl der Kaltstarts pro Jahr
- 4...gesamte Emissionen pro Anzahl an Pkw



Tabelle 84: Veränderungen der HC-Emissionen im warmen Betriebszustand zusätzlich der Kaltstarts – Benzin und Diesel getrennt

HC-Emissionen warmer Betriebszustand & Kaltstart	BENZIN <sup>1</sup>					DIESEL <sup>1</sup>				
	Altfahrzeuge			Neufahrzeuge		Altfahrzeuge			Neufahrzeuge	
	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 4	Euro 5	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 4	Euro 5
Anzahl Pkw <sup>2</sup>	8.650	13.221	135	22.294	1.837	2.314	5.598	69	4.482	1.375
Emissionen [g/(a*Pkw)]	15.949,3	5.753,6	3.771,6	1.820,7	1.632,5	2.643,9	1.326,8	637,2	293,4	297,3
Emissionen [t/a]	138,0	76,1	0,5	40,6	3,0	6,1	7,4	0,0	1,3	0,4
gesamte Emissionen [t/a]	214,5			43,6		13,6			1,7	
Differenz gesamte Emissionen	- 170,9 [t/a] bzw. – 79,7 [%]					- 11,9 [t/a] bzw. – 87,3 [%]				
mittlere Emissionen pro Pkw [kg/a] <sup>3</sup>	9,7			1,8		1,7			0,3	
Differenz mittlere Emissionen pro Pkw	- 7,9 [kg/a] bzw. – 81,5 [%]					- 1,4 [kg/a] bzw. – 82,7 [%]				

Tabelle 85: Veränderungen der HC-Emissionen im warmen Betriebszustand zusätzlich der Kaltstarts – Benzin und Diesel zusammen

HC-Emissionen warmer Betriebszustand & Kaltstart	BENZIN & DIESEL <sup>1</sup>	
	Altfahrzeuge	Neufahrzeuge
gesamte Emissionen [t/a]	228,1	45,3
Differenz gesamte Emissionen	- 182,8 [t/a] bzw. – 80,1 [%]	

- 1...alle Angaben sind gerundet
- 2...Angaben zu Neu- und Altfahrzeugen sind aufgrund der verschiedenen Antriebsarten nicht deckungsgleich
- 3...gesamter Verbrauch pro Anzahl an Pkw

Tabelle 86: Veränderungen der HC-Emissionen durch Verdampfung nach Motorabstellen – Benzin

HC-Emissionen Verdampfung nach Motorabstellen	BENZIN <sup>1</sup>				
	Altfahrzeuge			Neufahrzeuge	
	Anzahl Stopps (warmes Motorabstellen) pro Benzin-Pkw: 730 [Stopps/a]				
	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 4	Euro 5
Anzahl Pkw <sup>2</sup>	8.650	13.221	135	22.294	1.837
Emissionen [mg/Stopp]	2.917,6	51,8	51,8	51,8	51,8
Emissionen [g/(a*Pkw)] <sup>3</sup>	2.129,8	37,9	37,9	37,9	37,9
Emissionen [kg/a]	18.423,0	500,5	5,1	844,0	69,5
gesamte Emissionen [kg/a]	18.928,6			913,5	
<b>Differenz gesamte Emissionen</b>	<b>- 18.015,1 [kg/a] bzw. – 95,2 [%]</b>				
mittlere Emissionen pro Pkw [g/a] <sup>4</sup>	860,2			37,9	
<b>Differenz mittlere Emissionen pro Pkw</b>	<b>- 860,2 [g/a] bzw. – 95,6 [%]</b>				

1...alle Angaben sind gerundet

2...Angaben zu Neu- und Altfahrzeugen sind aufgrund der verschiedenen Antriebsarten nicht deckungsgleich

3...Berechnung mittels Annahme der Anzahl der Stopps pro Jahr

4...gesamte Emissionen pro Anzahl an Pkw

Tabelle 87: Veränderungen der HC-Emissionen durch Verdampfung infolge von Tankatmung – Benzin

HC-Emissionen Verdampfung infolge von Tankatmung	BENZIN <sup>1</sup>				
	Altfahrzeuge			Neufahrzeuge	
	Anzahl Tage pro Benzin-Pkw: 365 [Tage/a]				
	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 4	Euro 5
Anzahl Pkw <sup>2</sup>	8.650	13.221	135	22.294	1.837
Emissionen [mg/Tag]	792,4	183,1	174,5	139,8	135,1
Emissionen [g/(a*Pkw)] <sup>3</sup>	289,2	66,8	63,7	51,0	49,3
Emissionen [kg/a]	2.501,8	883,6	8,6	1.137,6	90,6
gesamte Emissionen [kg/a]	3.394,0			1.228,2	
<b>Differenz gesamte Emissionen</b>	<b>- 2.165,9 [kg/a] bzw. – 63,8 [%]</b>				
mittlere Emissionen pro Pkw [g/a] <sup>4</sup>	154,2			50,9	
<b>Differenz mittlere Emissionen pro Pkw</b>	<b>- 103,3 [g/a] bzw. – 67,0 [%]</b>				

1...alle Angaben sind gerundet

2...Angaben zu Neu- und Altfahrzeugen sind aufgrund der verschiedenen Antriebsarten nicht deckungsgleich

3...Berechnung mittels der Anzahl der Tage pro Jahr

4...gesamte Emissionen pro Anzahl an Pkw

Tabelle 88: Veränderungen der HC-Emissionen im warmen Betriebszustand zusätzlich Kaltstarts &amp; Verdampfung nach Motorabstellen &amp; infolge von Tankatmung – Benzin

HC-Emissionen warmer Betriebszustand und Kaltstart + Verdampfung nach Motorabstellen & infolge von Tankatmung	BENZIN <sup>1</sup>				
	Altfahrzeuge			Neufahrzeuge	
	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 4	Euro 5
Anzahl Pkw <sup>2</sup>	8.650	13.221	135	22.294	1.837
Emissionen [g/(a*Pkw)]	18.368,3	5.858,3	3.873,2	1.909,6	1.719,6
Emissionen [t/a]	158,9	77,5	0,5	42,6	3,2
gesamte Emissionen [t/a]	236,9			45,7	
<b>Differenz gesamte Emissionen</b>	<b>- 191,1 [t/a] bzw. – 80,7 [%]</b>				
mittlere Emissionen pro Pkw [kg/a] <sup>3</sup>	10,8			1,9	
<b>Differenz mittlere Emissionen pro Pkw</b>	<b>- 8,9 [kg/a] bzw. – 82,4 [%]</b>				

1...alle Angaben sind gerundet

2...Angaben zu Neu- und Altfahrzeugen sind aufgrund der verschiedenen Antriebsarten nicht deckungsgleich

3...gesamte Emissionen pro Anzahl an Pkw

Tabelle 89: Veränderungen der HC-Emissionen im warmen Betriebszustand zusätzlich Kaltstarts &amp; Verdampfung nach Motorabstellen &amp; infolge von Tankatmung – Benzin und Diesel zusammen

HC-Emissionen warmer Betriebszustand und Kaltstart + Verdampfung nach Motorabstellen & infolge von Tankatmung <sup>2</sup>	BENZIN & DIESEL <sup>1</sup>	
	Altfahrzeuge	Neufahrzeuge
gesamte Emissionen [t/a]	250,5	47,5
<b>Differenz gesamte Emissionen</b>	<b>- 203,0 [t/a] bzw. – 81,1 [%]</b>	

1...alle Angaben sind gerundet

2...Emissionen für Verdampfung nach Motorabstellen & infolge von Tankatmung sind nur für Pkw mit Benzinantrieb eingerechnet

#### 4.3.6.6 CH<sub>4</sub> Methan

In diesem Unterkapitel werden die CH<sub>4</sub>-Emissionen im warmen Betriebszustand und durch Kaltstarts untersucht.

Das emittierte Methan entsteht durch eine unvollständige Verbrennung im Motorraum. Der Dampfdruck spielt eine wesentliche Rolle bei den CH<sub>4</sub>-Emissionen durch die Benzin-Pkw. Bestandteile des Benzins gehen bei der Verbrennung zum Teil als Methan in die Gasphase über. Dies führt zu wesentlich höheren CH<sub>4</sub>-Emissionen durch Benzin-Pkw als durch Diesel-Pkw.

Die wesentliche Rolle von CH<sub>4</sub> als Treibhausgas wurde bereits in der Einleitung zu den HC-Emissionen erwähnt. Für den Menschen stellt Methan nur in hohen Konzentrationen eine Gefährdung dar.

Im HBEFA werden für die CH<sub>4</sub>-Emissionen Faktoren angegeben, die als Anteil der gesamten HC-Emissionen definiert sind.

CH<sub>4</sub>-Emissionen im warmen Betriebszustand: [2]

- Benzin-Pkw ohne Kat.: 3,37 % der HC-Emissionen
- Benzin-Pkw mit Kat.: 8,40 % der HC-Emissionen
- Diesel-Pkw: 2,40 % der HC-Emissionen

CH<sub>4</sub>-Emissionen beim Kaltstart: [2]

- Benzin-Pkw ohne Kat.: 10,89 % der HC-Emissionen
- Benzin-Pkw mit Kat.: 5,47 % der HC-Emissionen
- Diesel-Pkw: 2,40 % der HC-Emissionen

#### 4.3.6.6.1 CH<sub>4</sub>-Emissionen bei warmem Betriebszustand

Durch Abbildung 53 und Abbildung 54 ist zu erkennen, dass die CH<sub>4</sub>-Emissionen im warmen Betriebszustand der Benzin-Pkw deutlich höher sind als jene der Diesel-Pkw. Die CH<sub>4</sub>-Emissionen haben sich für beide Kraftstoffarten im Verlauf der Einführung der Euroemissionsklassen wesentlich reduziert.

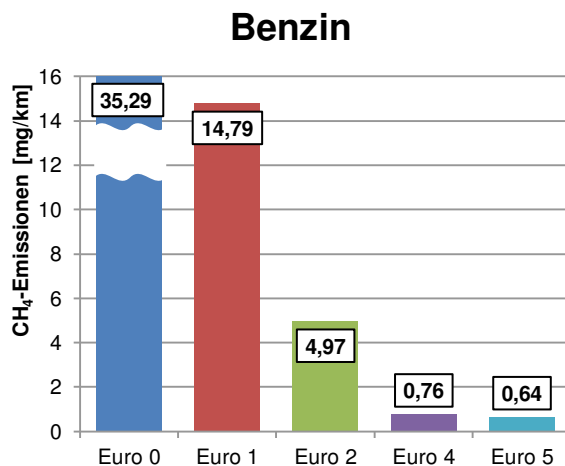


Abbildung 53: Mittlere CH<sub>4</sub>-Emissionen bei Benzin-Antrieb laut HBEFA bei warmem Betriebszustand je Euroklasse 2009 [2]

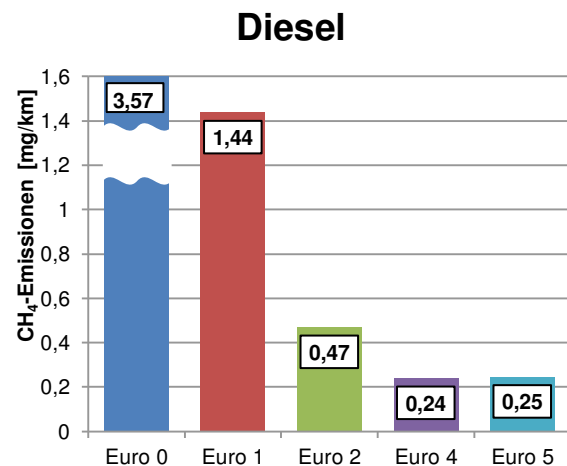


Abbildung 54: Mittlere CH<sub>4</sub>-Emissionen bei Diesel-Antrieb laut HBEFA bei warmem Betriebszustand je Euroklasse 2009 [2]

#### 4.3.6.6.2 CH<sub>4</sub>-Emissionen durch Kaltstarts

Die CH<sub>4</sub>-Emissionen in Abbildung 55 und Abbildung 56 durch Kaltstarts, sind wie die gesamten HC-Emissionen wesentlich höher als im warmen Betriebszustand. Es zeigt sich auch, dass die CH<sub>4</sub>-Emissionen, als Teil der HC-Emissionen dieselbe Entwicklung zeigen. Die CH<sub>4</sub>-Emissionen durch Diesel-Pkw sind aber noch deutlich unter denen der Benzin-Pkw.

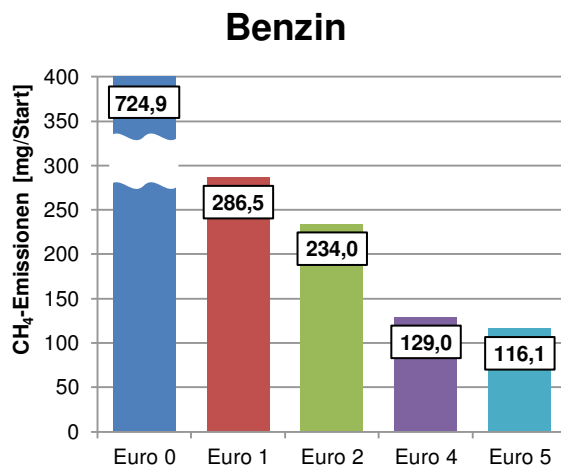


Abbildung 55: Mittlere CH<sub>4</sub>-Emissionen bei Benzin-Antrieb laut HBEFA pro Kaltstart und Euroklasse 2009 [2]

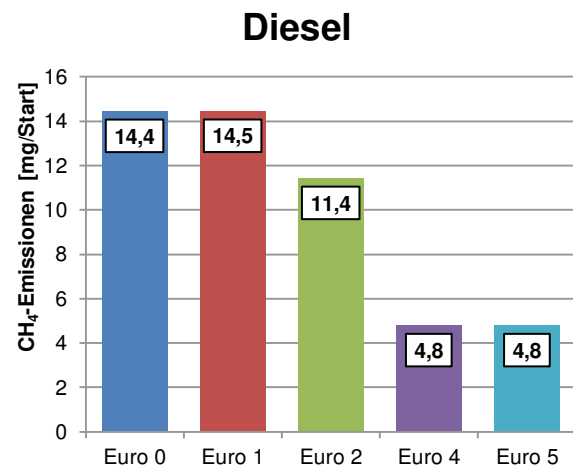


Abbildung 56: Mittlere CH<sub>4</sub>-Emissionen bei Diesel-Antrieb laut HBEFA pro Kaltstart und Euroklasse 2009 [2]

#### 4.3.6.6.3 Zusammenfassung CH<sub>4</sub>-Emissionen

In Tabelle 90 werden die CH<sub>4</sub>-Emissionen im warmen Betriebszustand für Benzin- und Diesel-Pkw getrennt betrachtet. Dies ergab für die gesamten CH<sub>4</sub>-Emissionen der Benzin-Pkw eine Minderung um rund 96,4 % und für die Diesel-Pkw von ca. 91,4 %. Die mittleren CH<sub>4</sub>-Emissionen verringern sich bei den Benzin-Pkw um ca. 96,7 % und bei den Diesel-Pkw um ca. 88,2 %.

In Tabelle 91 ist die Auswertung der gesamten CH<sub>4</sub>-Emissionen für den warmen Betriebszustand für Benzin und Diesel-Pkw gemeinsam zusammengefasst. Die Minderung der gesamten CH<sub>4</sub>-Emissionen betrug rund 96,2 %. Durch die wesentlich höheren CH<sub>4</sub>-Einsparungen bei den Benzin-Pkw und deren größere Anzahl, machen diese den bedeutenderen Anteil der CH<sub>4</sub>-Emissionen aus.

Bei der Analyse der Kaltstartemissionen von CH<sub>4</sub> in Tabelle 92 zeigt sich ein ähnliches Bild wie bei den gesamten HC-Emissionen. Die CH<sub>4</sub>-Emissionen reduzierten sich zwar, aber nicht so stark wie im warmen Betriebszustand. Es wurde eine Reduktion der gesamten CH<sub>4</sub>-Emissionen für die Benzin-Pkw von rund 69,4 % und für die Diesel-Pkw von etwa 75,6 % errechnet. Die mittleren Kaltstartemissionen senkten sich bei den Benzin-Pkw um ca. 72,1 % und bei den Diesel-Pkw um 66,8 %.

Die Zusammenfassung der Benzin- und Diesel-Kaltstartemissionen in Tabelle 93 ergab eine Reduktion um rund 69,5 %, wobei hier wieder die Benzin-Pkw den Großteil stellen.

Die Berechnung und deren Ergebnisse für die CH<sub>4</sub>-Emissionen im warmen Betriebszustand zusätzlich der Kaltstarts für Benzin- und Diesel-Pkw gesondert, sind in Tabelle 94 dargestellt. Für die gesamten CH<sub>4</sub>-Emissionen ergab dies bei den Benzin-Pkw eine Reduktion um ca. 80,9 % und bei den Diesel-Pkw um ca. 87,3 %. Die mittleren CH<sub>4</sub>-Emissionen bei den Benzin-Pkw senkten sich um rund 82,6 % und bei den Diesel-Pkw um etwa 82,7 %.

Wenn die CH<sub>4</sub>-Emissionen im warmen Betriebszustand gemeinsam mit denen durch Kaltstarts bei Benzin- und Diesel-Pkw betrachtet werden (siehe Tabelle 95), ergibt dies eine gesamte CH<sub>4</sub>-Emissionsreduktion um rund 81,1 %.

Tabelle 90: Veränderungen der CH<sub>4</sub>-Emissionen im warmen Betriebszustand – Benzin und Diesel getrennt

CH <sub>4</sub> -Emissionen warmer Betriebszustand	BENZIN <sup>1</sup>					DIESEL <sup>1</sup>				
	Altfahrzeuge			Neufahrzeuge		Altfahrzeuge			Neufahrzeuge	
	Fahrleistung Benzin-Pkw: 10.964 [km/a*Pkw]					Fahrleistung Diesel-Pkw: 14.815 [km/a*Pkw]				
	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 4	Euro 5	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 4	Euro 5
Anzahl Pkw <sup>2</sup>	8.650	13.221	135	22.294	1.837	2.314	5.598	69	4.482	1.375
Emissionen [mg/km]	35,29	14,79	4,97	0,76	0,64	3,57	1,44	0,47	0,24	0,25
Emissionen [g/(a*Pkw)] <sup>3</sup>	387,0	162,1	54,5	8,4	7,0	52,9	21,3	7,0	3,5	3,6
Emissionen [kg/a]	3.347,3	2.143,6	7,4	186,6	12,9	122,4	119,2	0,5	15,9	5,0
gesamte Emissionen [kg/a]	5.498,3			199,5		242,1			20,9	
<b>Differenz gesamte Emissionen</b>	<b>- 5.298,8 [t/a] bzw. - 96,4 [%]</b>					<b>- 221,2 [t/a] bzw. - 91,4 [%]</b>				
mittlere Emissionen pro Pkw [g/a] <sup>4</sup>	249,9			8,3		30,3			3,6	
<b>Differenz mittlere Emissionen pro Pkw</b>	<b>- 241,6 [g/a] bzw. - 96,7 [%]</b>					<b>- 26,8 [g/a] bzw. - 88,2 [%]</b>				

Tabelle 91: Veränderungen der CH<sub>4</sub>-Emissionen im warmen Betriebszustand – Benzin und Diesel zusammen

CH <sub>4</sub> -Emissionen warmer Betriebszustand	BENZIN & DIESEL <sup>1</sup>	
	Altfahrzeuge	Neufahrzeuge
gesamte Emissionen [t/a]	5,7	0,2
<b>Differenz gesamte Emissionen</b>	<b>- 5,5 [t/a] bzw. - 96,2 [%]</b>	

- 1...alle Angaben sind gerundet
- 2...Angaben zu Neu- und Altfahrzeugen sind aufgrund der verschiedenen Antriebsarten nicht deckungsgleich
- 3...Berechnung mittels Fahrleistung [30]
- 4...gesamte Emissionen pro Anzahl an Pkw

Tabelle 92: Veränderungen der CH<sub>4</sub>-Emissionen für Kaltstarts – Benzin und Diesel getrennt

CH <sub>4</sub> -Emissionen Kaltstart	BENZIN <sup>1</sup>					DIESEL <sup>1</sup>				
	Altfahrzeuge			Neufahrzeuge		Altfahrzeuge			Neufahrzeuge	
	Anzahl Kaltstarts pro Benzin-Pkw: 730 [Starts/a]					Anzahl Kaltstarts pro Benzin-Pkw: 730 [Starts/a]				
	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 4	Euro 5	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 4	Euro 5
Anzahl Pkw <sup>2</sup>	8.650	13.221	135	22.294	1.837	2.314	5.598	69	4.482	1.375
Emissionen [mg/Start]	724,9	286,5	234,0	129,0	116,1	14,4	14,5	11,4	4,8	4,8
Emissionen [g/(a*Pkw)] <sup>3</sup>	529,2	209,1	170,8	94,1	84,7	10,5	10,6	8,3	3,5	3,5
Emissionen [kg/a]	4.577,2	2.765,1	23,1	2.098,8	155,6	24,4	59,1	0,6	15,7	4,8
gesamte Emissionen [kg/a]	7.365,3			2.254,5		84,0			20,5	
<b>Differenz gesamte Emissionen</b>	<b>- 5.110,8 [kg/a] bzw. – 69,4 [%]</b>					<b>- 63,6 [kg/a] bzw. – 75,6 [%]</b>				
mittlere Emissionen pro Pkw [g/a] <sup>4</sup>	334,7			93,4		10,5			3,5	
<b>Differenz mittlere Emissionen pro Pkw</b>	<b>- 241,3 [g/a] bzw. – 72,1 [%]</b>					<b>- 7,0 [g/a] bzw. – 66,8 [%]</b>				

Tabelle 93: Veränderungen der CH<sub>4</sub>-Emissionen für Kaltstarts – Benzin und Diesel zusammen

CH <sub>4</sub> -Emissionen Kaltstart	BENZIN & DIESEL <sup>1</sup>	
	Altfahrzeuge	Neufahrzeuge
gesamte Emissionen [t/a]	7,4	2,3
<b>Differenz gesamte Emissionen</b>	<b>- 5,2 [t/a] bzw. – 69,5 [%]</b>	

- 1...alle Angaben sind gerundet
- 2...Angaben zu Neu- und Altfahrzeugen sind aufgrund der verschiedenen Antriebsarten nicht deckungsgleich
- 3...Berechnung mittels Annahme der Anzahl der Kaltstarts pro Jahr
- 4...gesamte Emissionen pro Anzahl an Pkw



Tabelle 94: Veränderungen der CH<sub>4</sub>-Emissionen im warmen Betriebszustand zusätzlich der Kaltstarts – Benzin und Diesel getrennt

CH <sub>4</sub> -Emissionen warmer Betriebszustand & Kaltstart	BENZIN <sup>1</sup>					DIESEL <sup>1</sup>				
	Altfahrzeuge			Neufahrzeuge		Altfahrzeuge			Neufahrzeuge	
	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 4	Euro 5	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 4	Euro 5
Anzahl Pkw <sup>2</sup>	8.650	13.221	135	22.294	1.837	2.314	5.598	69	4.482	1.375
Emissionen [g/(a*Pkw)]	916,1	371,3	225,3	102,5	91,7	63,5	31,8	15,3	7,0	7,1
Emissionen [kg/a]	7.924,5	4.908,7	30,4	2.285,5	168,5	146,8	178,3	1,1	31,6	9,8
gesamte Emissionen [kg/a]	12.863,6			2.454,0		326,1			41,4	
Differenz gesamte Emissionen	- 10.409,6 [kg/a] bzw. - 80,9 [%]					- 284,8 [kg/a] bzw. - 87,3 [%]				
mittlere Emissionen pro Pkw [g/a] <sup>3</sup>	584,6			101,7		40,9			7,1	
Differenz mittlere Emissionen pro Pkw	- 482,9 [g/a] bzw. - 82,6 [%]					- 33,8 [g/a] bzw. - 82,7 [%]				

Tabelle 95: Veränderungen der CH<sub>4</sub>-Emissionen im warmen Betriebszustand zusätzlich der Kaltstarts – Benzin und Diesel zusammen

CH <sub>4</sub> -Emissionen warmer Betriebszustand & Kaltstart	BENZIN & DIESEL <sup>1</sup>	
	Altfahrzeuge	Neufahrzeuge
gesamte Emissionen [t/a]	13,2	2,5
Differenz gesamte Emissionen	- 10,7 [t/a] bzw. - 81,1 [%]	

- 1...alle Angaben sind gerundet
- 2...Angaben zu Neu- und Altfahrzeugen sind aufgrund der verschiedenen Antriebsarten nicht deckungsgleich
- 3...gesamter Verbrauch pro Anzahl an Pkw

#### 4.3.6.7 NMHC Nicht-Methan-Kohlenwasserstoffe

Die Emissionen der Nicht-Methan-Kohlenwasserstoffe zählen wie die von Methan zu den Produkten einer unvollständigen Verbrennung. Allerdings können bei den NMHC auch Verdampfungsemissionen festgestellt werden.

Da es sich bei den NMHC um eine Stoffgruppe handelt, können keine einheitlichen Auswirkungen auf Umwelt und Mensch genannt werden. Allerdings sind einige Verbindungen der NMHC als krebserregend bekannt. [35]

Zu den NMHC zählen unter anderem Verbindungen wie Alkane (z.B. Ethan  $C_2H_6$ , Propan  $C_3H_8$ ,...), Alkene (z.B. Ethen  $C_2H_4$ , Ethin  $C_2H_2$ , Benzol  $C_6H_6$ ,...). Diese Verbindungen werden weiterführend differenziert in ketten- und ringförmige Kohlenwasserstoffe. [35]

Die NMHC-Emissionen spielen, da sie ein Teil der HC-Emissionen bilden, bei den Benzin-Pkw eine wichtigere Rolle als bei den Diesel-Pkw. Die Verdampfungsemissionen nach Motorabstellen und infolge von Tankatmung wurden nur für die Benzin-Pkw untersucht.

Im HBEFA werden für die NMHC-Emissionen Faktoren angegeben die als Anteil der gesamten HC-Emissionen definiert sind.

NMHC-Emissionen im warmen Betriebszustand: [2]

- Benzin-Pkw ohne Kat.: 96,63 % der HC-Emissionen
- Benzin-Pkw mit Kat.: 91,60 % der HC-Emissionen
- Diesel-Pkw: 97,60 % der HC-Emissionen

NMHC-Emissionen beim Kaltstart: [2]

- Benzin-Pkw ohne Kat.: 89,11 % der HC-Emissionen
- Benzin-Pkw mit Kat.: 94,53 % der HC-Emissionen
- Diesel-Pkw: 97,60 % der HC-Emissionen

NMHC-Emissionen durch Verdampfung nach Motorabstellen und infolge von Tankatmung stellen für Benzin-Pkw 100 % der HC-Emissionen. [2]

##### 4.3.6.7.1 NMHC-Emissionen bei warmem Betriebszustand

Die in Abbildung 57 und Abbildung 58 dargestellten NMHC-Emissionen bei warmem Betriebszustand zeigen die gleiche Entwicklung wie die gesamten HC-Emissionen. Deshalb wird für eine nähere Erläuterung auf Unterkapitel 4.3.6.1 verwiesen.

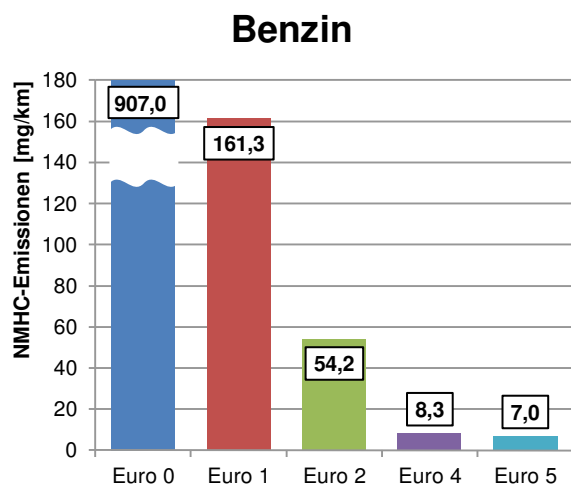


Abbildung 57: Mittlere NMHC-Emissionen bei Benzin-Antrieb laut HBEFA bei warmem Betriebszustand je Euroklasse 2009 [2]

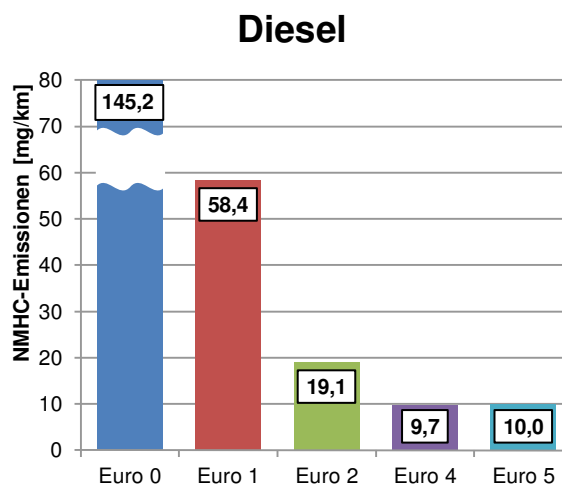


Abbildung 58: Mittlere NMHC-Emissionen bei Diesel-Antrieb laut HBEFA bei warmem Betriebszustand je Euroklasse 2009 [2]

#### 4.3.6.7.2 NMHC-Emissionen durch Kaltstarts

Die in Abbildung 59 und Abbildung 60 dargestellten NMHC-Emissionen durch Kaltstarts haben einen direkten Bezug zu den gesamten HC-Emissionen durch Kaltstarts. Deshalb wird für eine nähere Erläuterung auf Unterkapitel 4.3.6.2 verwiesen.

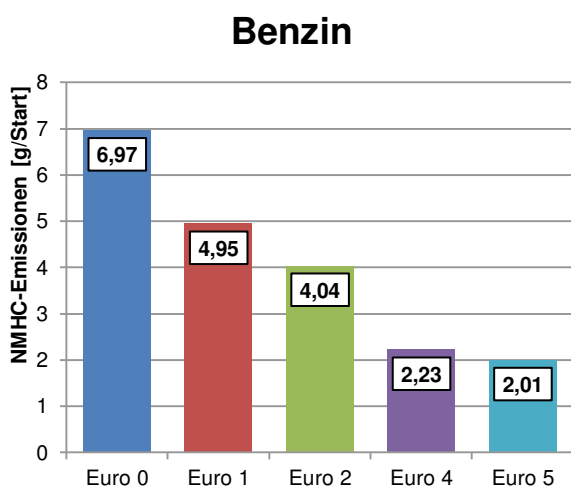


Abbildung 59: Mittlere NMHC-Emissionen bei Benzin-Antrieb laut HBEFA pro Kaltstart und Euroklasse 2009 [2]

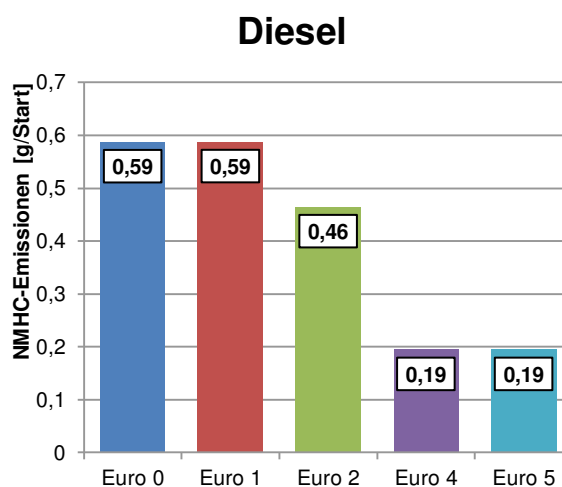


Abbildung 60: Mittlere NMHC-Emissionen bei Diesel-Antrieb laut HBEFA pro Kaltstart und Euroklasse 2009 [2]

#### 4.3.6.7.3 NMHC-Emissionen durch Verdampfung nach Motorabstellen und infolge von Tankatmung

Die NMHC-Emissionen durch Verdampfung entsprechen, wie einleitend zu den NMHC-Emissionen erläutert, zu 100 % den gesamten HC-Emissionen durch Verdampfung. Deshalb wird für die NMHC-Emissionen durch Verdampfung nach Motorabstellen auf die Darstellung der HC-Emissionen in Abbildung 51 (Kap. 4.3.6.3) verwiesen. Die NMHC-Emissionen durch Verdampfung infolge von Tankatmung sind in Abbildung 52 in Unterkapitel 4.3.6.4.

#### 4.3.6.7.4 Zusammenfassung NMHC-Emissionen

Die Veränderungen der NMHC-Emissionen im warmen Betriebszustand für Benzin- und Diesel-Pkw getrennt sind in Tabelle 96 berechnet. Dies ergab eine Reduktion der gesamten NMHC-Emissionen bei den Benzin-Pkw um ca. 98,0 % und bei den Diesel-Pkw um ca. 91,4 %. Die mittleren NMHC-Emissionen minderten sich bei den Benzin-Pkw um rund 98,2 % und bei den Diesel-Pkw war eine Reduktion um etwa 88,2 % zu verzeichnen.

Die Betrachtung der gesamten NMHC-Emissionen im warmen Betriebszustand, sprich Benzin und Diesel Emissionen zusammengefasst, in Tabelle 97, ergab eine Reduktion um etwa 97,5 %.

Die Untersuchung der NMHC-Emissionen durch Kaltstarts, dargestellt in Tabelle 98, ergaben für die gesamten NMHC-Emissionen durch Kaltstarts der Benzin-Pkw eine Reduktion um ca. 57,7 % und für die Diesel-Pkw von ca. 75,6 %. Die mittleren NMHC-Emissionen durch Kaltstarts verringerten sich bei den Benzin-Pkw um rund 61,5 % und bei den Diesel-Pkw um ca. 66,8 %.

Die in Tabelle 99 zusammengefassten NMHC-Kaltstartemissionen der Benzin und Diesel-Pkw ergab eine Emissionsminderung um etwa 58,4 %.

In Tabelle 100 werden die NMHC-Emissionen im warmen Betriebszustand und durch Kaltstarts zusammengefasst. Dies ergab eine Reduktion der gesamten NMHC-Emissionen der Benzin-Pkw um etwa 79,6 % und für die Diesel-Pkw um ca. 87,3 %. Die mittleren NMHC-Emissionen senkten sich bei den Benzin-Pkw um ca. 81,4 % und bei den Diesel-Pkw um rund 82,7 %.

Die gesamten NMHC-Emissionen der Benzin und Diesel-Pkw im warmen Betriebszustand zusätzlich der Kaltstarts zusammengefasst (siehe Tabelle 101) reduzieren sich um rund 80,1 %.

In Tabelle 102 werden die NMHC-Emissionen der Benzin-Pkw durch den warmen Betriebszustand, die Kaltstarts und die Verdampfung nach Motorabstellen und infolge von Tankatmung zusammengefasst. Da die NMHC-Verdampfungsemissionen gleich den gesamten HC-Emissionen sind, wird für deren Berechnung auf Tabelle 86 und Tabelle 87 verwiesen. Die gesamten NMHC-Emissionen durch Benzin-Pkw reduzierten sich um ca. 80,7 % und die mittleren NMHC-Emissionen um rund 82,4 %.

Tabelle 103 stellt die Addition der gesamten Benzin-Pkw NMHC-Emissionen aus Tabelle 102 und der gesamten NMHC-Emissionen der Diesel-Pkw aus Tabelle 100 dar. Dies ergab eine gesamte Reduktion der NMHC-Emissionen um etwa 81,1 %.

Tabelle 96: Veränderungen der NMHC-Emissionen im warmen Betriebszustand – Benzin und Diesel getrennt

NMHC-Emissionen warmer Betriebszustand	BENZIN <sup>1</sup>					DIESEL <sup>1</sup>				
	Altfahrzeuge			Neufahrzeuge		Altfahrzeuge			Neufahrzeuge	
	Fahrleistung Benzin-Pkw: 10.964 [km/a*Pkw]					Fahrleistung Diesel-Pkw: 14.815 [km/a*Pkw]				
	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 4	Euro 5	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 4	Euro 5
Anzahl Pkw <sup>2</sup>	8.650	13.221	135	22.294	1.837	2.314	5.598	69	4.482	1.375
Emissionen [mg/km]	907,0	161,3	54,2	8,3	7,0	145,2	58,4	19,1	9,7	10,0
Emissionen [g/(a*Pkw)] <sup>3</sup>	9.944	1.768	594	91	76	2.152	866	283	144	148
Emissionen [t/a]	86,0	23,4	0,1	2,0	0,1	5,0	4,8	0,0	0,6	0,2
gesamte Emissionen [t/a]	109,5			2,2		9,8			0,8	
<b>Differenz gesamte Emissionen</b>	<b>- 107,3 [t/a] bzw. – 98,0 [%]</b>					<b>- 9,0 [t/a] bzw. – 91,4 [%]</b>				
mittlere Emissionen pro Pkw [kg/a] <sup>4</sup>	5,0			0,1		1,2			0,1	
<b>Differenz mittlere Emissionen pro Pkw</b>	<b>- 4,9 [kg/a] bzw. – 98,2 [%]</b>					<b>- 1,1 [kg/a] bzw. – 88,2 [%]</b>				

Tabelle 97: Veränderungen der NMHC-Emissionen im warmen Betriebszustand – Benzin und Diesel zusammen

NMHC-Emissionen warmer Betriebszustand	BENZIN & DIESEL <sup>1</sup>	
	Altfahrzeuge	Neufahrzeuge
gesamte Emissionen [t/a]	119,3	3,0
<b>Differenz gesamte Emissionen</b>	<b>- 116,3 [t/a] bzw. – 97,5 [%]</b>	

- 1...alle Angaben sind gerundet
- 2...Angaben zu Neu- und Altfahrzeugen sind aufgrund der verschiedenen Antriebsarten nicht deckungsgleich
- 3...Berechnung mittels Fahrleistung [30]
- 4...gesamte Emissionen pro Anzahl an Pkw

Tabelle 98: Veränderungen der NMHC-Emissionen für Kaltstarts – Benzin und Diesel getrennt

NMHC-Emissionen Kaltstart	BENZIN <sup>1</sup>					DIESEL <sup>1</sup>				
	Altfahrzeuge			Neufahrzeuge		Altfahrzeuge			Neufahrzeuge	
	Anzahl Kaltstarts pro Benzin-Pkw: 730 [Starts/a]					Anzahl Kaltstarts pro Benzin-Pkw: 730 [Starts/a]				
	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 4	Euro 5	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 4	Euro 5
Anzahl Pkw <sup>2</sup>	8.650	13.221	135	22.294	1.837	2.314	5.598	69	4.482	1.375
Emissionen [g/Start]	6,97	4,95	4,04	2,23	2,01	0,59	0,59	0,46	0,19	0,19
Emissionen [g/(a*Pkw)] <sup>3</sup>	5.089	3.614	2.952	1.627	1.464	429	429	339	142	142
Emissionen [t/a]	44,0	47,8	0,4	36,3	2,7	1,0	2,4	0,0	0,6	0,2
gesamte Emissionen [t/a]	92,2			39,0		3,4			0,8	
<b>Differenz gesamte Emissionen</b>	<b>- 53,2 [t/a] bzw. - 57,7 [%]</b>					<b>- 2,6 [t/a] bzw. - 75,6 [%]</b>				
mittlere Emissionen pro Pkw [kg/a] <sup>4</sup>	4,2			1,6		0,4			0,1	
<b>Differenz mittlere Emissionen pro Pkw</b>	<b>- 2,6 [kg/a] bzw. - 61,5 [%]</b>					<b>- 0,3 [kg/a] bzw. - 66,8 [%]</b>				

Tabelle 99: Veränderungen der NMHC-Emissionen für Kaltstarts – Benzin und Diesel zusammen

NMHC-Emissionen Kaltstart	BENZIN & DIESEL <sup>1</sup>	
	Altfahrzeuge	Neufahrzeuge
gesamte Emissionen [t/a]	95,6	39,8
<b>Differenz gesamte Emissionen</b>	<b>- 55,8 [t/a] bzw. - 58,4 [%]</b>	

- 1...alle Angaben sind gerundet
- 2...Angaben zu Neu- und Altfahrzeugen sind aufgrund der verschiedenen Antriebsarten nicht deckungsgleich
- 3...Berechnung mittels Annahme der Anzahl der Kaltstarts pro Jahr
- 4...gesamte Emissionen pro Anzahl an Pkw

Tabelle 100: Veränderungen der NMHC-Emissionen im warmen Betriebszustand zusätzlich der Kaltstarts – Benzin und Diesel getrennt

NMHC-Emissionen warmer Betriebszustand & Kaltstart	BENZIN <sup>1</sup>					DIESEL <sup>1</sup>				
	Altfahrzeuge			Neufahrzeuge		Altfahrzeuge			Neufahrzeuge	
	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 4	Euro 5	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 4	Euro 5
Anzahl Pkw <sup>2</sup>	8.650	13.221	135	22.294	1.837	2.314	5.598	69	4.482	1.375
Emissionen [g/(a*Pkw)]	15.033	5.382	3.546	1.718	1.541	2.580	1.295	622	286	290
Emissionen [t/a]	130,0	71,2	0,5	38,3	2,8	6,0	7,2	0,0	1,3	0,4
gesamte Emissionen [t/a]	201,7			41,1		13,3			1,7	
Differenz gesamte Emissionen	- 160,5 [t/a] bzw. – 79,6 [%]					- 11,6 [t/a] bzw. – 87,3 [%]				
mittlere Emissionen pro Pkw [kg/a] <sup>3</sup>	9,2			1,7		1,7			0,3	
Differenz mittlere Emissionen pro Pkw	- 7,5 [kg/a] bzw. – 81,4 [%]					- 1,4 [kg/a] bzw. – 82,7 [%]				

Tabelle 101: Veränderungen der NMHC-Emissionen im warmen Betriebszustand zusätzlich der Kaltstarts – Benzin und Diesel zusammen

NMHC-Emissionen warmer Betriebszustand & Kaltstart	BENZIN & DIESEL <sup>1</sup>	
	Altfahrzeuge	Neufahrzeuge
gesamte Emissionen [t/a]	214,9	42,8
Differenz gesamte Emissionen	- 172,1 [t/a] bzw. – 80,1 [%]	

- 1...alle Angaben sind gerundet
- 2...Angaben zu Neu- und Altfahrzeugen sind aufgrund der verschiedenen Antriebsarten nicht deckungsgleich
- 3...gesamter Verbrauch pro Anzahl an Pkw

Tabelle 102: Veränderungen der NMHC-Emissionen im warmen Betriebszustand zusätzlich Kaltstarts &amp; Verdampfung nach Motorabstellen &amp; infolge von Tankatmung – Benzin

NMHC-Emissionen warmer Betriebszustand und Kaltstart + Verdampfung nach Motorabstellen & infolge von Tankatmung	BENZIN <sup>1</sup>				
	Altfahrzeuge			Neufahrzeuge	
	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 4	Euro 5
Anzahl Pkw <sup>2</sup>	8.650	13.221	135	22.294	1.837
Emissionen [g/(a*Pkw)]	17.452,2	5.487,0	3.647,9	1.807,1	1.627,9
Emissionen [t/a]	151,0	72,5	0,5	40,3	3,0
gesamte Emissionen [t/a]	224,0			43,3	
<b>Differenz gesamte Emissionen</b>	<b>- 180,7 [t/a] bzw. – 80,7 [%]</b>				
mittlere Emissionen pro Pkw [kg/a] <sup>3</sup>	10,2			1,8	
<b>Differenz mittlere Emissionen pro Pkw</b>	<b>- 8,4 [kg/a] bzw. – 82,4 [%]</b>				

1...alle Angaben sind gerundet

2...Angaben zu Neu- und Altfahrzeugen sind aufgrund der verschiedenen Antriebsarten nicht deckungsgleich

3...gesamte Emissionen pro Anzahl an Pkw

Tabelle 103: Veränderungen der NMHC-Emissionen im warmen Betriebszustand zusätzlich Kaltstarts &amp; Verdampfung nach Motorabstellen &amp; infolge von Tankatmung – Benzin und Diesel zusammen

NMHC-Emissionen warmer Betriebszustand und Kaltstart + Verdampfung nach Motorabstellen & infolge von Tankatmung <sup>2</sup>	BENZIN & DIESEL <sup>1</sup>	
	Altfahrzeuge	Neufahrzeuge
gesamte Emissionen [t/a]	237,3	45,0
<b>Differenz gesamte Emissionen</b>	<b>- 192,3 [t/a] bzw. – 81,1 [%]</b>	

1...alle Angaben sind gerundet

2...Emissionen für Verdampfung nach Motorabstellen & infolge von Tankatmung sind nur für Pkw mit Benzinantrieb eingerechnet

#### 4.3.6.8 C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> Benzol

Benzol gehört zu den NMHC und wird aufgrund seiner, einleitend zu den HC-Emissionen erläuterten, besonders gesundheitsgefährdenden Eigenschaften gesondert untersucht.

Benzol ist der einfachste Vertreter der aromatischen Kohlenwasserstoffe. Unter normalen Bedingungen (25°C Raumtemperatur, 1 atm Umgebungsdruck) ist Benzol eine farblose, charakteristisch riechende, stark giftige Flüssigkeit. [36]

Im HBEFA werden für die C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>-Emissionen Faktoren angegeben, die als Anteil der gesamten HC-Emissionen definiert sind.



NMHC-Emissionen im warmen Betriebszustand: [2]

- Benzin-Pkw ohne Kat.: 4,38 % der HC-Emissionen
- Benzin-Pkw mit Kat.: 12,93 % der HC-Emissionen
- Diesel-Pkw: 1,67 % der HC-Emissionen

NMHC-Emissionen beim Kaltstart: [2]

- Benzin-Pkw ohne Kat.: 3,53 % der HC-Emissionen
- Benzin-Pkw mit Kat.: 6,81 % der HC-Emissionen
- Diesel-Pkw: 1,17 % der HC-Emissionen

NMHC-Emissionen durch Verdampfung nach Motorabstellen und infolge von Tankatmung stellen für Benzin-Pkw 0,80 % der HC-Emissionen. [2]

#### 4.3.6.8.1 Benzol-Emissionen bei warmem Betriebszustand

Die Benzol-Emissionen bei warmem Betriebszustand durch Benzin- und Diesel-Pkw haben durch die Einführung höherer Euroemissionsklassen, wie die HC-Emissionen allgemein, stark abgenommen. Die in Abbildung 61 dargestellten Benzol-Emissionen durch die Benzin-Pkw reduzierten sich von der Euroklasse 0 zur Euroklasse 4 um etwa das 40-Fache. Die Benzol-Emissionen der Diesel-Pkw verringerten sich bei Weitem nicht so stark wie die der Benzin-Pkw (von Euro 0 auf Euro 4 um etwa das 14,5-Fache). Die Benzol-Emissionen durch die Diesel-Pkw in Abbildung 62 befinden sich allerdings auf einem deutlich niedrigeren Niveau als die der Benzin-Pkw.

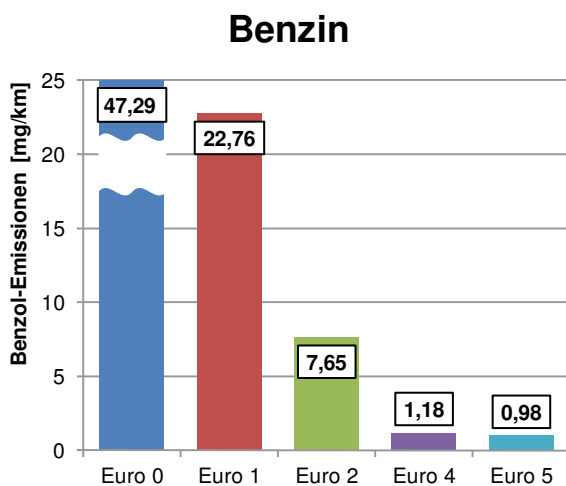


Abbildung 61: Mittlere Benzol-Emissionen bei Benzin-Antrieb laut HBEFA bei warmem Betriebszustand je Euroklasse 2009 [2]

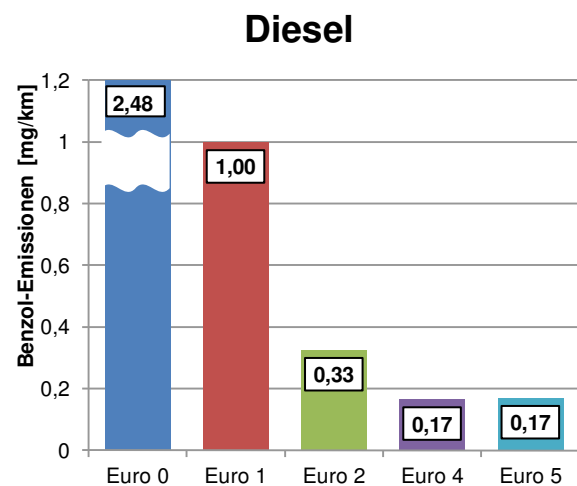


Abbildung 62: Mittlere Benzol-Emissionen bei Diesel-Antrieb laut HBEFA bei warmem Betriebszustand je Euroklasse 2009 [2]

#### 4.3.6.8.2 Benzol-Emissionen durch Kaltstarts

In Abbildung 63 und Abbildung 64 sind die Benzol-Emissionen durch Kaltstarts der Benzin- und Diesel-Pkw dargestellt. Die Benzol-Emissionen der Benzin-Pkw spielen, wie durch den massiv höheren Ausstoß deutlich erkennbar, eine übergeordnete Rolle. Generell kann festgestellt werden, dass die Benzol-Kaltstartemissionen wesentlich höher sind als die

Benzol-Emissionen im warmen Betriebszustand. Der Rückgang mit ansteigender Euroemissionsklasse ist zwar nicht so stark ausgeprägt wie bei den Benzol-Emissionen im warmen Betriebszustand aber deutlich zu erkennen. Der Grund für den erhöhten Emissionswert bei den Euro 1 Benzin-Pkw ist für den Autor nicht nachvollziehbar.

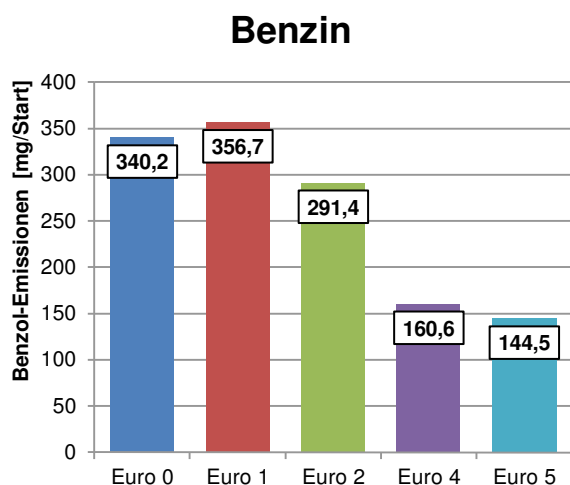


Abbildung 63: Mittlere Benzol-Emissionen bei Benzin-Antrieb laut HBEFA pro Kaltstart und Euroklasse 2009 [2]

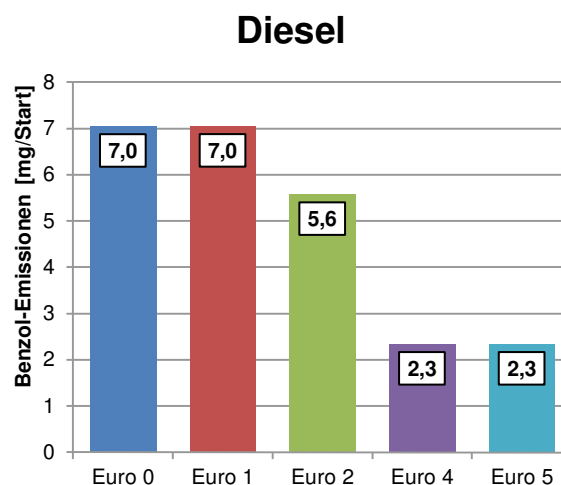


Abbildung 64: Mittlere Benzol-Emissionen bei Diesel-Antrieb laut HBEFA pro Kaltstart und Euroklasse 2009 [2]

#### 4.3.6.8.3 Benzol-Emissionen durch Verdampfung nach Motorabstellen und infolge von Tankatmung

Die Verdampfungsemissionen, dargestellt in Abbildung 65 für die Verdampfung nach Motorabstellen und in Abbildung 66 für die Verdampfung infolge von Tankatmung, stehen, wie bereits erläutert, in einem definierten Verhältnis (0,80 % der HC-Emissionen) zu den gesamten HC-Emissionen. Deshalb wird für eine nähere Erläuterung auf die Unterkapitel 4.3.6.3 bzw. 4.3.6.4 verwiesen.

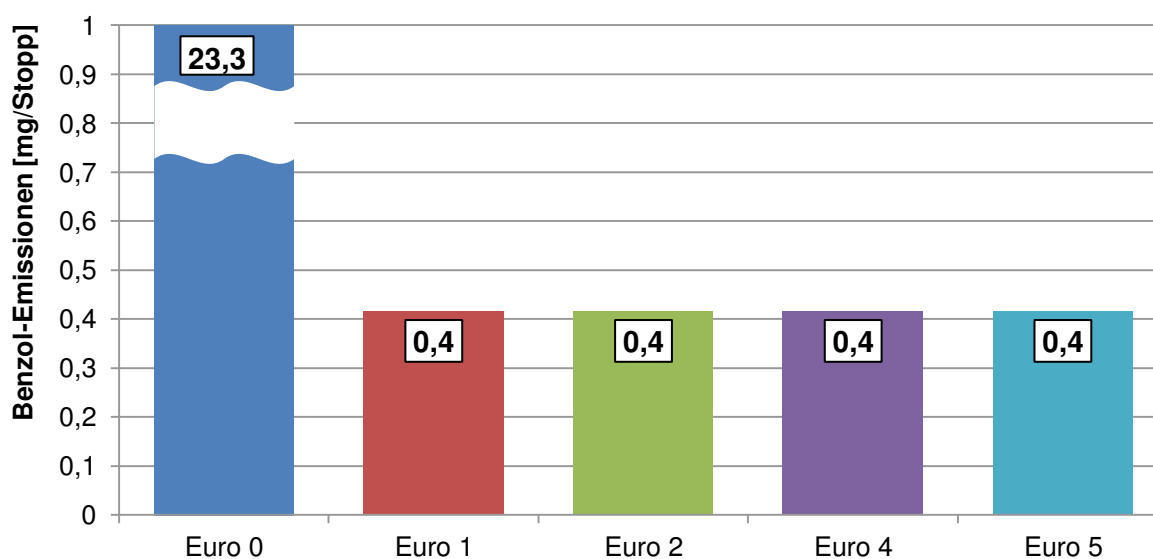


Abbildung 65: Mittlere Benzol-Emissionen bei Benzin-Antrieb laut HBEFA durch Verdampfung nach Motorabstellen und Euroklasse 2009 [2]

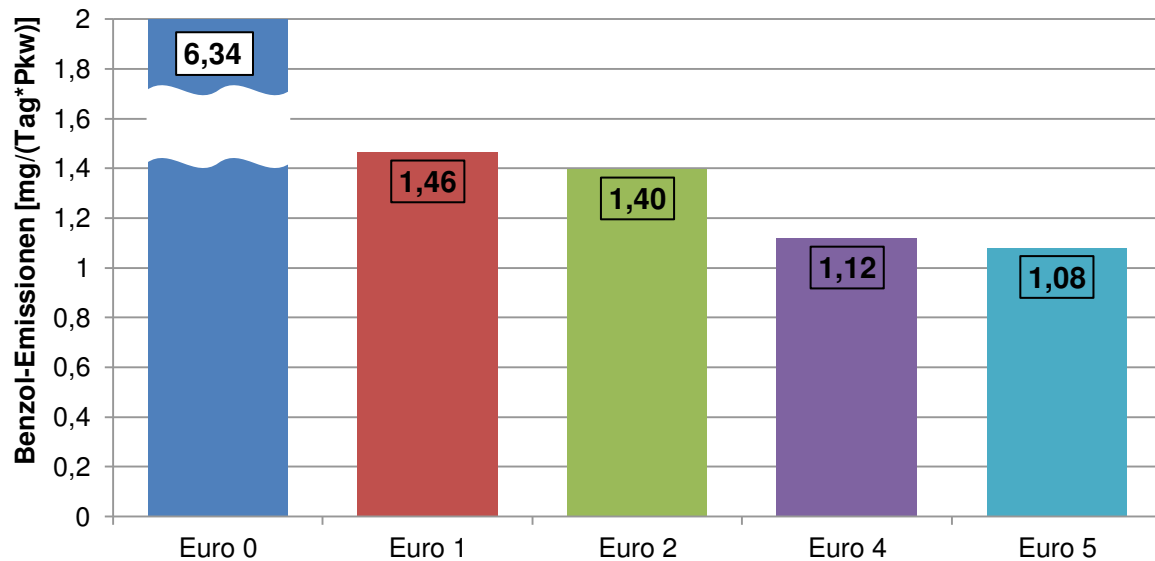


Abbildung 66: Mittlere Benzol-Emissionen bei Benzin-Antrieb laut HBEFA durch Verdampfung infolge von Tankatmung und Euroklasse 2009 [2]

#### 4.3.6.8.4 Zusammenfassung Benzol-Emissionen

In Tabelle 104 sind die Benzol-Emissionen im warmen Betriebszustand der Benzin- und Diesel-Pkw gesondert berechnet. Dies ergab für die gesamten Benzol-Emissionen eine Verringerung bei den Benzin-Pkw um rund 96,1 % und bei den Diesel-Pkw um ca. 91,4 %. Die mittleren Benzol-Emissionen sanken bei den Benzin-Pkw um rund 96,4 % und bei den Diesel-Pkw war eine Reduktion um ca. 88,2 % zu verzeichnen.

Die Addition in Tabelle 105 der Benzol-Emissionen im warmen Betriebszustand von Benzin- und Diesel-Pkw ergab eine Verringerung dieser um etwa 96,0 %.

In Tabelle 106 sind die Benzol-Emissionen beim Kaltstart für Benzin und Diesel-Pkw getrennt erläutert. Dies ergab eine Reduktion der gesamten Benzol-Emissionen bei Kaltstarts der Benzin-Pkw um rund 50,0 % und bei den Diesel-Pkw um ca. 75,6 %. Die mittleren Benzol-Emissionen bei Kaltstarts verringerten sich bei den Benzin-Pkw um ca. 54,4 % und bei den Diesel-Pkw um etwa. 66,8 %.

Werden die gesamten Benzol-Kaltstartemissionen der Benzin und Diesel-Pkw zusammengerechnet (siehe Tabelle 107) ergibt sich eine Reduktion um rund 50,2 %.

Die Benzol-Emissionen im warmen Betriebszustand zusätzlich der Kaltstarts, gesondert für Benzin und Diesel-Pkw betrachtet, sind in Tabelle 108 dargestellt. Dies ergab für die gesamten Benzol-Emissionen eine Reduktion um ca. 76,8 % bei den Benzin-Pkw und 88,3 % bei den Diesel-Pkw. Die mittleren Benzol-Emissionen verringerten sich bei den Benzin-Pkw um rund 78,8 % und den Diesel-Pkw um etwa. 84,0 %.

In Tabelle 109 werden die gesamten Benzol-Emissionen im warmen Betriebszustand und der Kaltstarts für Benzin und Diesel-Pkw zusammenbetrachtet. Dies ergab eine Verringerung der Benzol-Emissionen um etwa 77,0 %.

Die in Tabelle 110 dargestellten Benzol-Emissionen durch Verdampfung nach Motorabstellen sind wie bereits erwähnt gleich der Reduktion der entsprechenden HC-Emissionen und nur für Benzin-Pkw möglich. Die Reduktion der gesamten Benzol-Emissionen beträgt etwa 95,2 %. Die mittleren Benzol-Emissionen zeigen eine Reduktion um ca. 95,6 %.

Die Benzol-Emissionen durch Verdampfung infolge von Tankatmung für Benzin-Pkw, welche ebenfalls gleich der Reduktion der entsprechenden HC-Emissionen sind, in Tabelle 111, ergeben eine Verringerung der gesamten Benzol-Emissionen um ca. 63,8 %. Die mittleren Benzol-Emissionen liegen bei einer Reduktion von rund 67,0 %

In Tabelle 112 sind die Benzol-Emissionen im warmen Betriebszustand, durch Kaltstarts, durch Verdampfung nach Motorabstellen und infolge von Tankatmung für die Benzin-Pkw addiert. Dies ergibt eine gesamte Reduktion der Benzol-Emissionen um ca. 77,0 %. Die mittleren Benzol-Emissionen verringern sich um ca. 79,0 %.

Tabelle 113 stellt die Addition der gesamten Benzin-Pkw Benzol-Emissionen aus Tabelle 112 und der gesamten Benzol-Emissionen der Diesel-Pkw aus Tabelle 108 dar. Dies ergab eine gesamte Reduktion der Benzol-Emissionen um etwa 77,0 %.

Tabelle 104: Veränderungen der Benzol-Emissionen im warmen Betriebszustand – Benzin und Diesel getrennt

Benzol-Emissionen warmer Betriebszustand	BENZIN <sup>1</sup>					DIESEL <sup>1</sup>				
	Altfahrzeuge			Neufahrzeuge		Altfahrzeuge			Neufahrzeuge	
	Fahrleistung Benzin-Pkw: 10.964 [km/a*Pkw]					Fahrleistung Diesel-Pkw: 14.815 [km/a*Pkw]				
	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 4	Euro 5	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 4	Euro 5
Anzahl Pkw <sup>2</sup>	8.650	13.221	135	22.294	1.837	2.314	5.598	69	4.482	1.375
Emissionen [mg/km]	47,29	22,76	7,65	1,18	0,98	2,48	1,00	0,33	0,17	0,17
Emissionen [g/(a*Pkw)] <sup>3</sup>	518,5	249,6	83,8	12,9	10,8	36,8	14,8	4,8	2,5	2,5
Emissionen [kg/a]	4.484,9	3.299,6	11,3	287,2	19,8	85,2	82,9	0,3	11,1	3,5
gesamte Emissionen [kg/a]	7.795,8			307,1		168,5			14,5	
<b>Differenz gesamte Emissionen</b>	<b>- 7.795,8 [kg/a] bzw. – 96,1 [%]</b>					<b>- 153,0 [kg/a] bzw. – 91,4 [%]</b>				
mittlere Emissionen pro Pkw [g/a] <sup>4</sup>	354,3			12,7		21,1			2,5	
<b>Differenz mittlere Emissionen pro Pkw</b>	<b>- 341,5 [g/a] bzw. – 96,4 [%]</b>					<b>- 18,6 [g/a] bzw. – 88,2 [%]</b>				

Tabelle 105: Veränderungen der Benzol-Emissionen im warmen Betriebszustand – Benzin und Diesel zusammen

Benzol-Emissionen warmer Betriebszustand	BENZIN & DIESEL <sup>1</sup>	
	Altfahrzeuge	Neufahrzeuge
gesamte Emissionen [t/a]	8,0	0,3
<b>Differenz gesamte Emissionen</b>	<b>- 7,6 [t/a] bzw. – 96,0 [%]</b>	

- 1...alle Angaben sind gerundet
- 2...Angaben zu Neu- und Altfahrzeugen sind aufgrund der verschiedenen Antriebsarten nicht deckungsgleich
- 3...Berechnung mittels Fahrleistung [30]
- 4...gesamte Emissionen pro Anzahl an Pkw

Tabelle 106: Veränderungen der Benzol-Emissionen für Kaltstarts – Benzin und Diesel getrennt

Benzol-Emissionen Kaltstart	BENZIN <sup>1</sup>					DIESEL <sup>1</sup>				
	Altfahrzeuge			Neufahrzeuge		Altfahrzeuge			Neufahrzeuge	
	Anzahl Kaltstarts pro Benzin-Pkw: 730 [Starts/a]					Anzahl Kaltstarts pro Benzin-Pkw: 730 [Starts/a]				
	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 4	Euro 5	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 4	Euro 5
Anzahl Pkw <sup>2</sup>	8.650	13.221	135	22.294	1.837	2.314	5.598	69	4.482	1.375
Emissionen [mg/Start]	340,2	356,7	291,4	160,6	144,5	7,0	7,0	5,6	2,3	2,3
Emissionen [g/(a*Pkw)] <sup>3</sup>	248,3	260,4	212,7	117,2	105,5	5,1	5,1	4,1	1,7	1,7
Emissionen [kg/a]	2.148,0	3.442,4	28,7	2.613,0	193,8	11,9	28,8	0,3	7,6	2,3
gesamte Emissionen [kg /a]	5.619,1			2.806,8		41,0			10,0	
<b>Differenz gesamte Emissionen</b>	<b>- 2.812,4 [kg/a] bzw. – 50,0 [%]</b>					<b>- 31,0 [kg/a] bzw. – 75,6 [%]</b>				
mittlere Emissionen pro Pkw [g/a] <sup>4</sup>	255,3			116,3		5,1			1,7	
<b>Differenz mittlere Emissionen pro Pkw</b>	<b>- 139,0 [g/a] bzw. – 54,4 [%]</b>					<b>- 3,4 [g/a] bzw. – 66,8 [%]</b>				

Tabelle 107: Veränderungen der Benzol-Emissionen für Kaltstarts – Benzin und Diesel zusammen

Benzol-Emissionen Kaltstart	BENZIN & DIESEL <sup>1</sup>	
	Altfahrzeuge	Neufahrzeuge
gesamte Emissionen [t/a]	5,7	2,8
<b>Differenz gesamte Emissionen</b>	<b>- 2,8 [t/a] bzw. – 50,2 [%]</b>	

- 1...alle Angaben sind gerundet
- 2...Angaben zu Neu- und Altfahrzeugen sind aufgrund der verschiedenen Antriebsarten nicht deckungsgleich
- 3...Berechnung mittels Annahme der Anzahl der Kaltstarts pro Jahr
- 4...gesamte Emissionen pro Anzahl an Pkw

Tabelle 108: Veränderungen der Benzol-Emissionen im warmen Betriebszustand zusätzlich der Kaltstarts – Benzin und Diesel getrennt

Benzol-Emissionen warmer Betriebszustand & Kaltstart	BENZIN <sup>1</sup>					DIESEL <sup>1</sup>				
	Altfahrzeuge			Neufahrzeuge		Altfahrzeuge			Neufahrzeuge	
	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 4	Euro 5	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 4	Euro 5
Anzahl Pkw <sup>2</sup>	8.650	13.221	135	22.294	1.837	2.314	5.598	69	4.482	1.375
Emissionen [g/(a*Pkw)]	766,8	509,9	296,5	130,1	116,3	42,0	20,0	8,9	4,2	4,2
Emissionen [kg/a]	6.632,9	6.742,0	40,0	2.900,3	213,6	97,1	111,7	0,6	18,7	5,8
gesamte Emissionen [kg/a]	13.414,9			3.113,9		209,4			24,5	
Differenz gesamte Emissionen	- 10.301,1 [kg/a] bzw. – 76,8 [%]					- 184,9 [kg/a] bzw. – 88,3 [%]				
mittlere Emissionen pro Pkw [g/a] <sup>3</sup>	609,6			129,0		26,2			4,2	
Differenz mittlere Emissionen pro Pkw	- 480,6 [g/a] bzw. – 78,8 [%]					- 22,1 [g/a] bzw. – 84,0 [%]				

Tabelle 109: Veränderungen der Benzol-Emissionen im warmen Betriebszustand zusätzlich der Kaltstarts – Benzin und Diesel zusammen

Benzol-Emissionen warmer Betriebszustand & Kaltstart	BENZIN & DIESEL <sup>1</sup>	
	Altfahrzeuge	Neufahrzeuge
gesamte Emissionen [t/a]	13,6	3,1
Differenz gesamte Emissionen	- 10,5 [t/a] bzw. – 77,0 [%]	

- 1...alle Angaben sind gerundet
- 2...Angaben zu Neu- und Altfahrzeugen sind aufgrund der verschiedenen Antriebsarten nicht deckungsgleich
- 3...gesamter Verbrauch pro Anzahl an Pkw

Tabelle 110: Veränderungen der Benzol-Emissionen durch Verdampfung nach Motorabstellen – Benzin

Benzol-Emissionen Verdampfung nach Motorabstellen	BENZIN <sup>1</sup>				
	Altfahrzeuge			Neufahrzeuge	
	Anzahl Stopps (warmes Motorabstellen) pro Benzin-Pkw: 730 [Stopps/a]				
	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 4	Euro 5
Anzahl Pkw <sup>2</sup>	8.650	13.221	135	22.294	1.837
Emissionen [mg/Stopp]	23,3	0,4	0,4	0,4	0,4
Emissionen [g/(a*Pkw)] <sup>3</sup>	17,0	0,3	0,3	0,3	0,3
Emissionen [kg/a]	147,4	4,0	0,0	6,8	0,6
gesamte Emissionen [kg/a]	18.928,6			151,4	
<b>Differenz gesamte Emissionen</b>	<b>- 144,1 [kg/a] bzw. – 95,2 [%]</b>				
mittlere Emissionen pro Pkw [g/a] <sup>4</sup>	6,9			0,3	
<b>Differenz mittlere Emissionen pro Pkw</b>	<b>- 6,6 [g/a] bzw. – 95,6 [%]</b>				

1...alle Angaben sind gerundet

2...Angaben zu Neu- und Altfahrzeugen sind aufgrund der verschiedenen Antriebsarten nicht deckungsgleich

3...Berechnung mittels Annahme der Anzahl der Stopps pro Jahr

4...gesamte Emissionen pro Anzahl an Pkw

Tabelle 111: Veränderungen der Benzol-Emissionen durch Verdampfung infolge von Tankatmung – Benzin

Benzol-Emissionen Verdampfung infolge von Tankatmung	BENZIN <sup>1</sup>				
	Altfahrzeuge			Neufahrzeuge	
	Anzahl Tage pro Benzin-Pkw: 365 [Tage/a]				
	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 4	Euro 5
Anzahl Pkw <sup>2</sup>	8.650	13.221	135	22.294	1.837
Emissionen [mg/Tag]	6,34	1,46	1,40	1,12	1,08
Emissionen [g/(a*Pkw)] <sup>3</sup>	2,31	0,53	0,51	0,41	0,39
Emissionen [kg/a]	20,01	7,07	0,07	9,10	0,72
gesamte Emissionen [kg/a]	27,2			9,8	
<b>Differenz gesamte Emissionen</b>	<b>- 17,3 [kg/a] bzw. – 63,8 [%]</b>				
mittlere Emissionen pro Pkw [g/a] <sup>4</sup>	1,2			0,4	
<b>Differenz mittlere Emissionen pro Pkw</b>	<b>- 0,8 [g/a] bzw. – 67,0 [%]</b>				

1...alle Angaben sind gerundet

2...Angaben zu Neu- und Altfahrzeugen sind aufgrund der verschiedenen Antriebsarten nicht deckungsgleich

3...Berechnung mittels der Anzahl der Tage pro Jahr

4...gesamte Emissionen pro Anzahl an Pkw



Tabelle 112: Veränderungen der Benzol-Emissionen im warmen Betriebszustand zusätzlich Kaltstarts &amp; Verdampfung nach Motorabstellen &amp; infolge von Tankatmung – Benzin

Benzol-Emissionen warmer Betriebszustand und Kaltstart + Verdampfung nach Motorabstellen & infolge von Tankatmung	BENZIN <sup>1</sup>				
	Altfahrzeuge			Neufahrzeuge	
	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 4	Euro 5
Anzahl Pkw <sup>2</sup>	8.650	13.221	135	22.294	1.837
Emissionen [g/(a*Pkw)]	786,2	510,8	297,3	130,8	117,0
Emissionen [t/a]	6,80	6,75	0,04	2,92	0,21
gesamte Emissionen [t/a]	13,59			3,13	
<b>Differenz gesamte Emissionen</b>	<b>- 10,46 [t/a] bzw. – 77,0 [%]</b>				
mittlere Emissionen pro Pkw [kg/a] <sup>3</sup>	0,6			0,1	
<b>Differenz mittlere Emissionen pro Pkw</b>	<b>- 0,5 [kg/a] bzw. – 79,0 [%]</b>				

1...alle Angaben sind gerundet

2...Angaben zu Neu- und Altfahrzeugen sind aufgrund der verschiedenen Antriebsarten nicht deckungsgleich

3...gesamte Emissionen pro Anzahl an Pkw

Tabelle 113: Veränderungen der Benzol-Emissionen im warmen Betriebszustand zusätzlich Kaltstarts &amp; Verdampfung nach Motorabstellen &amp; infolge von Tankatmung – Benzin und Diesel zusammen

NMHC-Emissionen warmer Betriebszustand und Kaltstart + Verdampfung nach Motorabstellen & infolge von Tankatmung <sup>2</sup>	BENZIN & DIESEL <sup>1</sup>	
	Altfahrzeuge	Neufahrzeuge
gesamte Emissionen [t/a]	13,8	3,2
<b>Differenz gesamte Emissionen</b>	<b>- 10,6 [t/a] bzw. – 77,1 [%]</b>	

1...alle Angaben sind gerundet

2...Emissionen für Verdampfung nach Motorabstellen & infolge von Tankatmung sind nur für Pkw mit Benzinantrieb eingerechnet

#### 4.4 Zusammenfassung

In diesem Unterkapitel werden die wichtigsten ausgewerteten ökologischen Aspekte zusammengefasst dargestellt. Die Veränderungen des Verbrauchs an Kraftstoff und der Emissionen werden für die jeweilige Kraftstoffart (Benzin oder Diesel) als mittlere Emissionen dargestellt. Weiters werden die Veränderungen des gesamten Verbrauchs an Kraftstoff sowie der Emissionen, von Benzin- und Diesel-Pkw gemeinsam, durch die Ökopremie 2009 dargestellt.

Als Grundlage der Veränderungen des Verbrauchs an Benzin bzw. Diesel und der Emissionen in den nachfolgenden Abbildungen und Tabellen dienen aufsummierten Werte der vorangegangenen Unterkapitel. Dies bedeutet, dass sich die jeweiligen Prozentsätze aus unterschiedlichen Verbrauchs/Emissions-Werten (Verbrauch/Emissionen im warmen Betriebszustand, durch Kaltstarts, durch Verdampfung nach Motorabstellen (nur Benzin-

Pkw) und infolge von Tankatmung (nur Benzin-Pkw)) zusammensetzen, die für den Verbrauch und die jeweilige Emissionsart ermittelt werden konnten. Der Verbrauch und die Emissionen der Altfahrzeuge werden hierbei als 100 % angesehen.

#### 4.4.1 Mittlerer Verbrauch bzw. Emissionen

##### Benzin-Pkw

In Abbildung 67 sind die Veränderungen des mittleren Verbrauchs an Benzin und der mittleren Emissionen der Benzin-Pkw für das Betrachtungsjahr 2009 prozentual dargestellt.

Man kann erkennen, dass die  $\text{NO}_x$ -Emissionen mit fast 95 % den größten Rückgang aufweisen. Die gleichzeitig starke Reduktion der  $\text{CO}$ - (ca. 80 %) und  $\text{HC}$ -Emissionen (ca. 82 %) lassen sich auf eine bessere Verbrennung in den Neufahrzeugen und zu einem gewissen Anteil auch auf den gesunkenen Kraftstoffverbrauch zurückführen.

Der Rückgang der  $\text{NH}_3$ -Emissionen (ca. 49 %) ist durch eine Verbesserung der Katalysatortechnologie zu begründen.

Die Partikelemissionen, welche bei Benzin-Pkw schon auf niedrigem Niveau waren, konnten bei der emittierten Partikelmasse (PM) mit rund 76 % zudem merklich gesenkt werden. Die Partikelanzahl (PN) senkte sich nur um etwa 24 %.

Die  $\text{CO}_2$ - und  $\text{SO}_2$ -Emissionen stehen im direkten Verhältnis zum Kraftstoffverbrauch und sanken deshalb alle um denselben Prozentsatz von rund 7 %.

In Tabelle 114 sind die Angaben zum mittleren Verbrauch und der Emissionen aus Abbildung 67 ersichtlich.

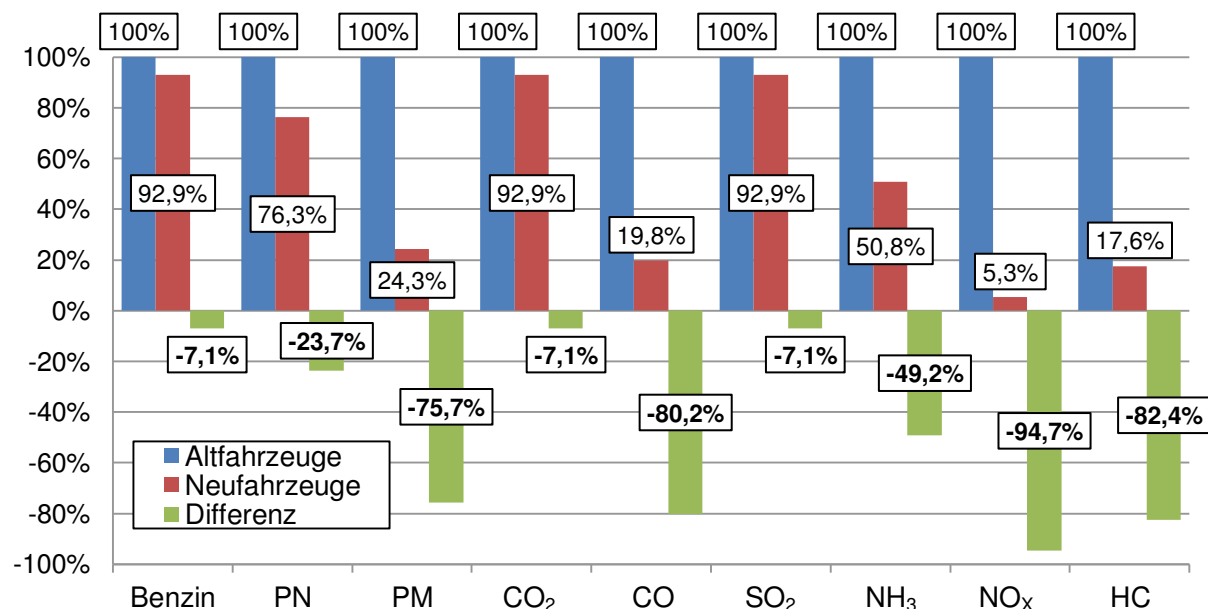


Abbildung 67: Zusammenfassung des mittleren Verbrauchs bzw. der Emissionen durch Benzin-Pkw

Tabelle 114: Zusammenfassung des mittleren Verbrauchs bzw. der Emissionen durch Benzin-Pkw

<b>Mittlerer Verbrauch / Emissionen pro Pkw<sup>1</sup></b>				
	<b>Altfahrzeuge</b>	<b>Neufahrzeuge</b>	<b>Differenz</b>	<b>Differenz [%]</b>
Benzin [kg/a]	658,2	611,5	- 46,7	- 7,1 %
PN [Anzahl/a]	1,6*10 <sup>16</sup>	1,3*10 <sup>16</sup>	- 3,9*10 <sup>15</sup>	- 23,7 %
PM [g/a]	91,2	22,2	- 69,0	- 75,7 %
CO <sub>2</sub> [kg/a]	2.075	1.928	- 147	- 7,1 %
CO [kg/a]	80,6	15,9	- 64,6	- 80,2 %
SO <sub>2</sub> [g/a]	13,2	12,2	- 0,9	- 7,1 %
NH <sub>3</sub> [g/a]	839,3	426,5	- 412,7	- 49,2 %
NO <sub>x</sub> [kg/a]	12,4	0,7	- 11,8	- 94,7 %
HC [kg/a]	10,8	1,9	- 8,9	- 82,4 %

1...alle Angaben sind gerundet

### Diesel-Pkw

In Abbildung 67 sind die Veränderungen des mittleren Verbrauchs an Diesel und der mittleren Emissionen der Diesel-Pkw für das Betrachtungsjahr 2009 prozentual dargestellt.

Die bei den Diesel-Alt-Pkw grundsätzlich niedrigeren CO- (ca. 86 %) und HC-Emissionen (ca. 83 %), als bei den Benzin-Alt-Pkw, sanken zudem relativ stark. Dies ist wie bei den Benzin-Pkw auf eine bessere Verbrennung in den Neufahrzeugen aber zu einem geringeren Anteil auch auf den gesunkenen Kraftstoffverbrauch zurückzuführen.

Die Reduktion der NO<sub>x</sub>-Emissionen (ca. 25 %), die im Verhältnis zur Reduktion der CO- und HC-Emissionen um einiges geringer ist, kann auch auf eine bessere Verbrennung im Motorraum zurückgeführt werden. Allerdings könnte es durch den Einsatz von Partikelfiltertechnologie wieder zu einem Anstieg der NO<sub>x</sub>-Emissionen kommen.

Bei der Betrachtung der Emissionen der Partikelanzahl (PN) und der Partikelmasse (PM) wird deutlich, dass durch die Einführung der Partikelfiltertechnologie, die großen Partikel mit höherer Masse vermehrt zurückgehalten werden. Die PM-Emissionen (ca. 76 %) sanken um etwa das Doppelte im Vergleich zu der Anzahl der PN-Emissionen (ca. 35 %).

Der Kraftstoffverbrauch sank bei den Diesel-Pkw in wesentlich geringerem Ausmaß (ca. 2 %) als bei den Benzin-Pkw (ca. 7 %). Wiederum sind die CO<sub>2</sub>- und SO<sub>2</sub>-Emissionen direkt abhängig vom Kraftstoffverbrauch und weisen daher dieselbe Reduktion auf.

Bei den NH<sub>3</sub>-Emissionen der Diesel-Pkw ist aufgrund des niedrigen Niveaus der Emissionsänderungen keine Reduktion erkennbar.

In Tabelle 115 sind die Angaben zum mittleren Verbrauch und der Emissionen aus Abbildung 68 ersichtlich.

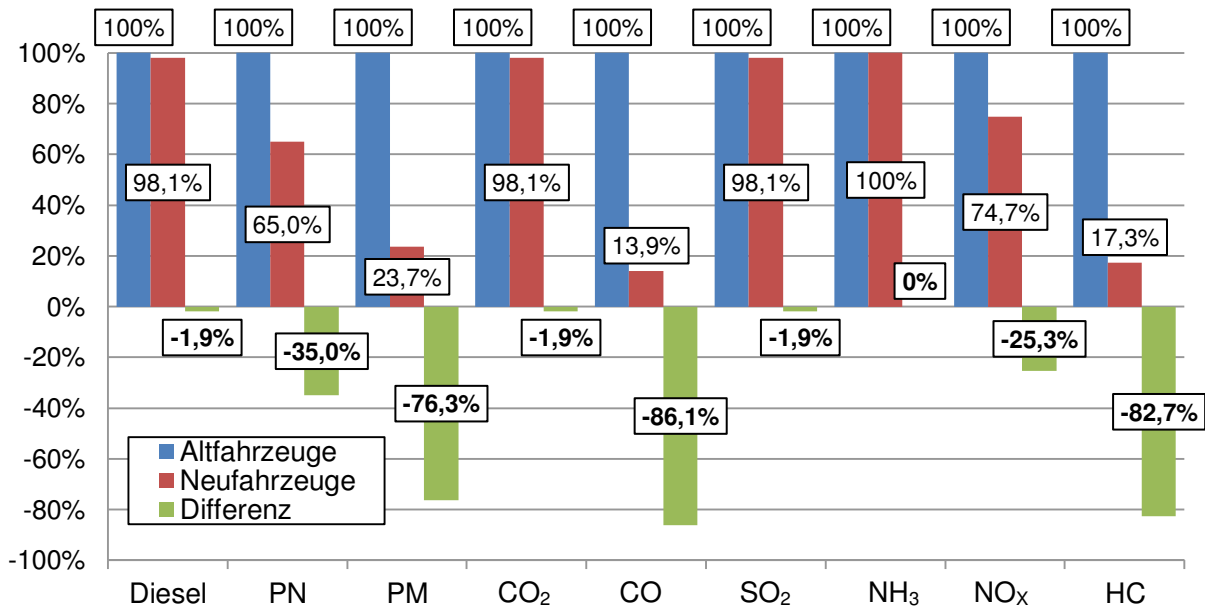


Abbildung 68: Zusammenfassung des mittleren Verbrauchs bzw. der Emissionen durch Diesel-Pkw

Tabelle 115: Zusammenfassung des mittleren Verbrauchs bzw. der Emissionen durch Diesel-Pkw

Mittlerer Verbrauch / Emissionen pro Pkw <sup>1</sup>				
	Altfahrzeuge	Neufahrzeuge	Differenz	Differenz [%]
Diesel [kg/a]	718,1	704,3	- 13,8	- 1,9 %
PN [Anzahl/a]	8,8*10 <sup>17</sup>	5,7*10 <sup>17</sup>	- 3,1*10 <sup>17</sup>	- 35,0 %
PM [g/a]	1.955,2	463,4	- 1491,8	- 76,3 %
CO <sub>2</sub> [kg/a]	2.264	2.221	- 44	- 1,9 %
CO [kg/a]	9,1	1,3	- 7,8	- 86,1 %
SO <sub>2</sub> [g/a]	14,4	14,1	- 0,3	- 1,9 %
NH <sub>3</sub> [g/a]	14,8	14,8	0,0	0,0 %
NO <sub>x</sub> [kg/a]	10,7	8,0	- 2,7	- 25,3 %
HC [kg/a]	1,4	0,3	- 1,4	- 82,7 %

<sup>1</sup>...alle Angaben sind gerundet

#### 4.4.2 Gesamter Verbrauch bzw. Emissionen

In Abbildung 69 und Tabelle 116 sind die Veränderungen des gesamten Verbrauchs an Benzin und Diesel und der gesamten Emissionen der Benzin-Pkw für das Betrachtungsjahr 2009 prozentual dargestellt.

Die Gesamtbetrachtung ist von den Benzin-Pkw stärker beeinflusst als von den Diesel-Pkw. Dies ergibt sich aus dem Umstand, dass es unter den Alt- und Neufahrzeugen wesentlich mehr Benzin- als Diesel-Pkw gab (siehe Kap.3).

Wie bereits bei den mittleren Emissionen erwähnt, ist die Reduktion der NO<sub>x</sub>- (ca. 83 %), CO- (ca. 79 %) und HC-Emissionen (ca. 81 %) ein Ergebnis der verbesserten Verbrennung in den Neufahrzeugen und zu einem gewissen Anteil dem gesunkenen Kraftstoffverbrauch

zuzuschreiben. Die Reduktion der gesamten NO<sub>x</sub>-Emissionen ist zu einem Großteil den Benzin-Pkw beizumessen.

Der Rückgang der NH<sub>3</sub>-Emissionen (ca. 44 %) ist zur Gänze den Benzin-Pkw zuzuschreiben, da es bei den Diesel-Pkw praktisch keine Veränderung gab.

Die stärkere Reduktion der gesamten Partikelemissionen (PN ca. 50 % und PM ca. 82 %) im Vergleich zu den mittleren Partikelemissionen ist durch die geringere Anzahl an Diesel-Pkw unter den Neufahrzeugen bedingt.

Der gesamte Kraftstoffverbrauch, sowie die CO<sub>2</sub>- und SO<sub>2</sub>-Emissionen, sanken um rund 7 %. Die Abweichung der Reduktion des Kraftstoffverbrauchs in Volumsprozent (Vol) von der in Massenprozent (M) leitet sich von den unterschiedlichen Dichten für Benzin und Diesel ab.

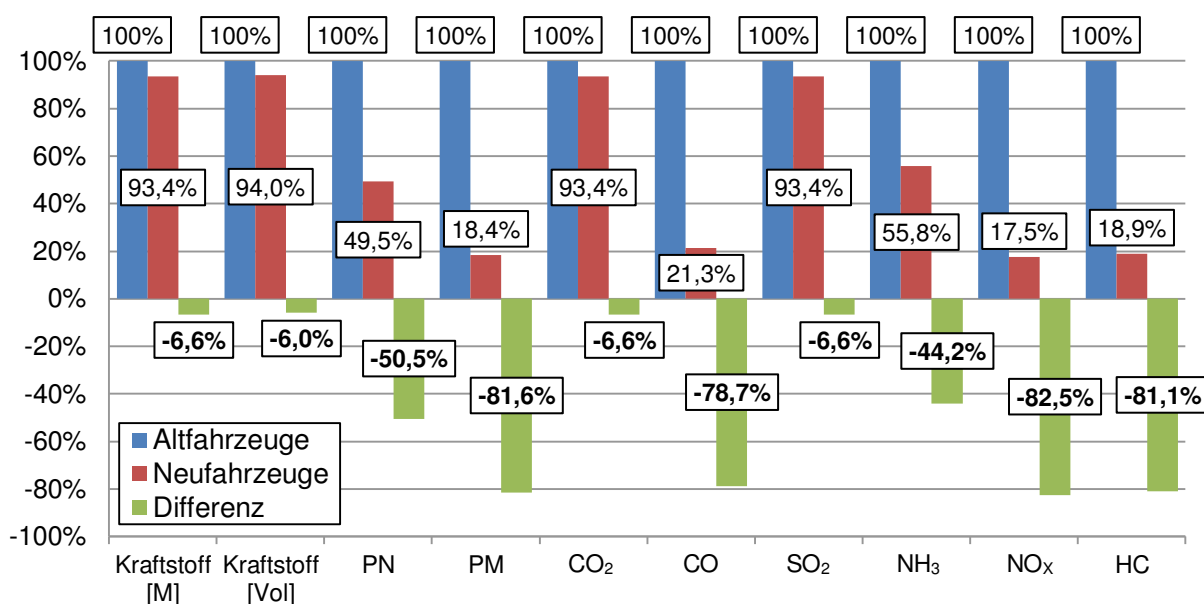


Abbildung 69: Zusammenfassung des gesamten Verbrauchs bzw. der Emissionen durch Benzin- und Diesel-Pkw

Tabelle 116: Zusammenfassung des gesamten Verbrauchs bzw. der Emissionen durch Benzin- und Diesel-Pkw

Gesamter Verbrauch / Emissionen <sup>1</sup>				
	Altfahrzeuge	Neufahrzeuge	Differenz	Differenz [%]
Kraftstoff [t/a]	20.217	18.882	- 1.334	- 6,6 %
Kraftstoff [m <sup>3</sup> /a]	26.263	24.697	- 1.566	- 6,0 %
PN [Anzahl/a]	7,4*10 <sup>21</sup>	3,7*10 <sup>21</sup>	- 3,7*10 <sup>21</sup>	- 50,5 %
PM [t/a]	17,6	3,2	- 14,4	- 81,6 %
CO <sub>2</sub> [t/a]	63.743	59.536	- 4.207	- 6,6 %
CO [t/a]	1.846	392	- 1.454	- 78,7 %
SO <sub>2</sub> [kg/a]	404,3	377,6	- 26,7	- 6,6 %
NH <sub>3</sub> [t/a]	18,6	10,4	- 8,2	- 44,2 %
NO <sub>x</sub> [t/a]	358,7	62,7	- 296,0	- 82,5 %
HC [t/a]	250,5	47,5	- 203,0	- 81,1 %

1...alle Angaben sind gerundet

## 5 Verwertung der Ökoprämienaltfahrzeuge

Die in diesem Kapitel enthaltenen Betrachtungen beziehen sich im Wesentlichen auf die Altfahrzeuge der Ökoprämie 2009. Es wird des Weiteren ein kurzer Überblick über die Verwertung von Altfahrzeugen gegeben.

Durch die §§ 7 und 11 der Altfahrzeugeverordnung (vgl. [5]) werden die zu erreichenden Verwertungsziele für die Altfahrzeugbehandlung bestimmt. Diese Verwertungsziele schreiben vor, dass mindestens 85 % des durchschnittlichen Fahrzeuggewichts aller Altfahrzeuge wieder zu verwenden oder zu verwerten sind, wobei der Anteil zur Wiederverwendung und stofflichen Verwertung mindestens 80 % zu betragen hat. Diese Verwertungsziele sind bezogen auf alle in einem gesamten Kalenderjahr verwerteten Altfahrzeuge zu erreichen. Im Jahr 2015 werden diese Verwertungsziele auf 95 % bzw. 85 % angehoben.

Laut § 2 Abs. 7 und 8 der Altfahrzeugeverordnung sind die Wiederverwendung und die thermische Verwertung folgendermaßen definiert:

**Wiederverwendung:** *„Maßnahmen, bei denen Altfahrzeugbauteile zu dem gleichen Zweck verwendet werden, für den sie entworfen wurden.“* [5]

**Thermische Verwertung:** *„den Einsatz der Abfälle in einer Verbrennungs- oder Mitverbrennungsanlage, mit dem Hauptzweck der Verwendung als Brennstoff zur Energiegewinnung.“* [5]

Die stoffliche Verwertung ist unter § 2 Abs. 5 Z 2 AWG 2002 definiert:

**Stoffliche Verwertung:** *„die ökologisch zweckmäßige Behandlung von Abfällen zur Nutzung der stofflichen Eigenschaften des Ausgangsmaterials mit dem Hauptzweck, die Abfälle oder die aus ihnen gewonnenen Stoffe unmittelbar für die Substitution von Rohstoffen oder von aus Primärrohstoffen erzeugten Produkten zu verwenden, ausgenommen die Abfälle oder die aus ihnen gewonnenen Stoffe werden einer thermischen Verwertung zugeführt.“* [6]

Der Ökoprämienbezieher hat, wie bereits in Unterkapitel 2.1.1 erläutert, einen Verwertungsnachweis zu erbringen (Muster Verwertungsnachweis siehe Anhang 1). Der Weg des Neufahrzeuges zum Altfahrzeug bis zum Shredder ist in Abbildung 79 dargestellt.

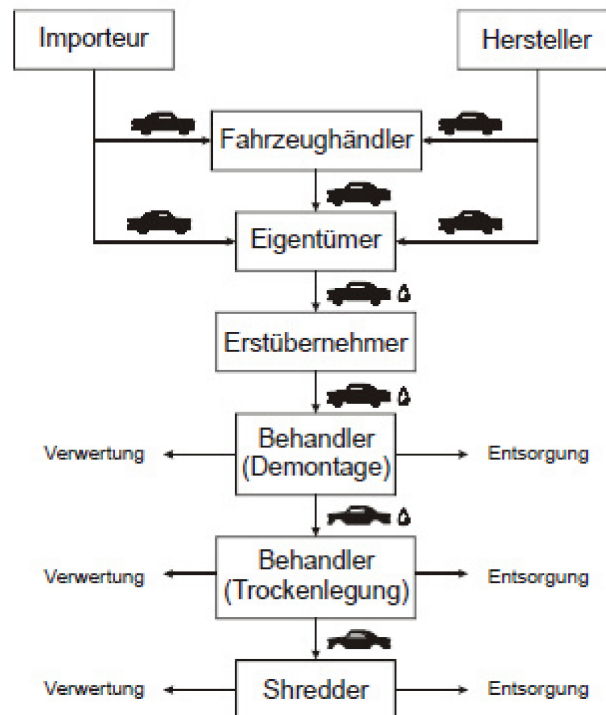


Abbildung 70: Weg der Altfahrzeugverwertung [43]

Die Auswertungen in diesem Kapitel beziehen sich auf die Verwertungsquotenmeldung der Österreichischen Shredder GmbH & Co KG aus dem Jahr 2009. In Abbildung 71 sind die Gesellschafter der Österreichischen Shredder GmbH & Co KG ersichtlich.



Abbildung 71: Gesellschafter der Österreichische Shredder Altfahrzeugentsorgungs- und Entwicklungs-GmbH &amp; Co KG [44]

## 5.1 Daten zu den Altfahrzeugen der Ökopremie 2009

In diesem Unterkapitel werden die für die Altfahrzeugverwertung relevanten Daten untersucht. Die Daten zu den gesamten, in österreichischen Shredderbetrieben, verwerteten Altfahrzeugen werden über das Datenmanagementsystem [altauto.at](http://altauto.at) gesammelt und können somit ausgewertet werden. Weiters werden die Altfahrzeugdaten des VVO hinsichtlich des Fahrzeugalters und des Eigengewichts betrachtet.

### 5.1.1 Anzahl und Alter der verwerteten Altfahrzeuge

In Abbildung 72 ist die Anzahl der verwerteten Altfahrzeuge für die Jahre 2006 bis 2011 dargestellt. Aus der Differenz zwischen dem Jahr 2008 und 2009 (23.388) lässt sich ableiten, dass die Anzahl der verwerteten Fahrzeuge im Jahr 2009 unter denen von 2008 gelegen wären, wenn nicht 30.000 Altfahrzeuge aufgrund der Ökopremie verwertet worden wären. Somit lag die Anzahl der verwerteten Altfahrzeuge wieder auf dem Niveau von 2006. Für die Jahre 2010 und 2011 kann wieder ein Rückgang der Anzahl an verwerteten Altfahrzeugen verzeichnet werden, welcher aber nicht auf das Niveau von 2008 sinkt. Diese Rückgänge sind unter anderem auf Vorkaufeffekte durch die Ökopremie 2009 zurückzuführen.

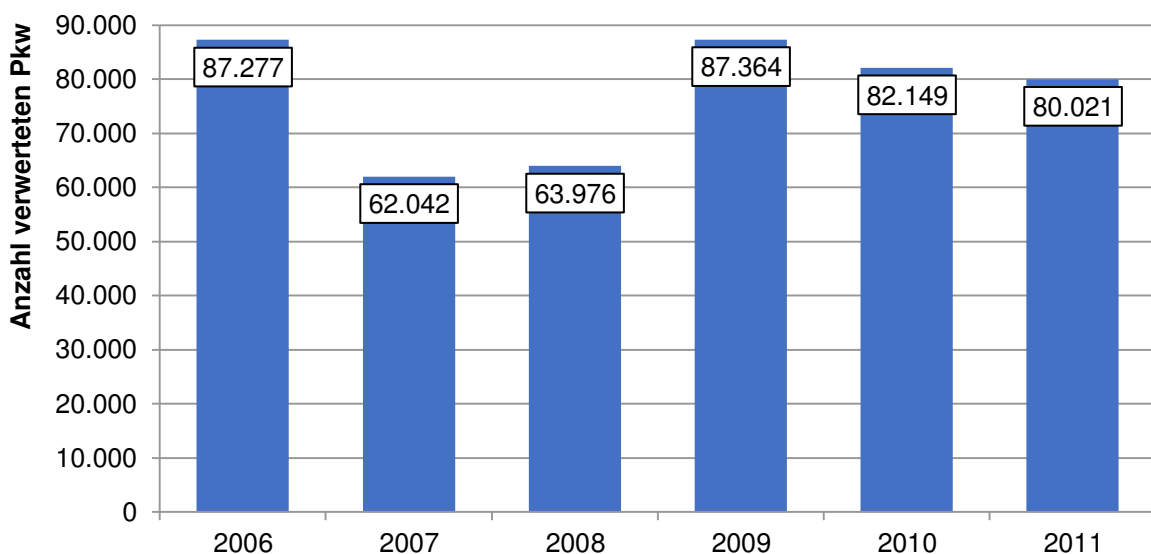


Abbildung 72: Anzahl der verwerteten Altfahrzeuge von 2006 bis 2011 [26]

Die Annahme, dass es durch die Ökopremie 2009 zu Vorkaufeffekten kam, lässt sich durch Abbildung 73 verdeutlichen. Im Jahr 2009 lag das Durchschnittsalter der verwerteten Pkw unter denen des Vor- und Folgejahres. Da das Mindestalter der Ökopremienfahrzeuge bei 13 Jahren gelegen war, senkte dies den Altersschnitt der verwerteten Altfahrzeuge.



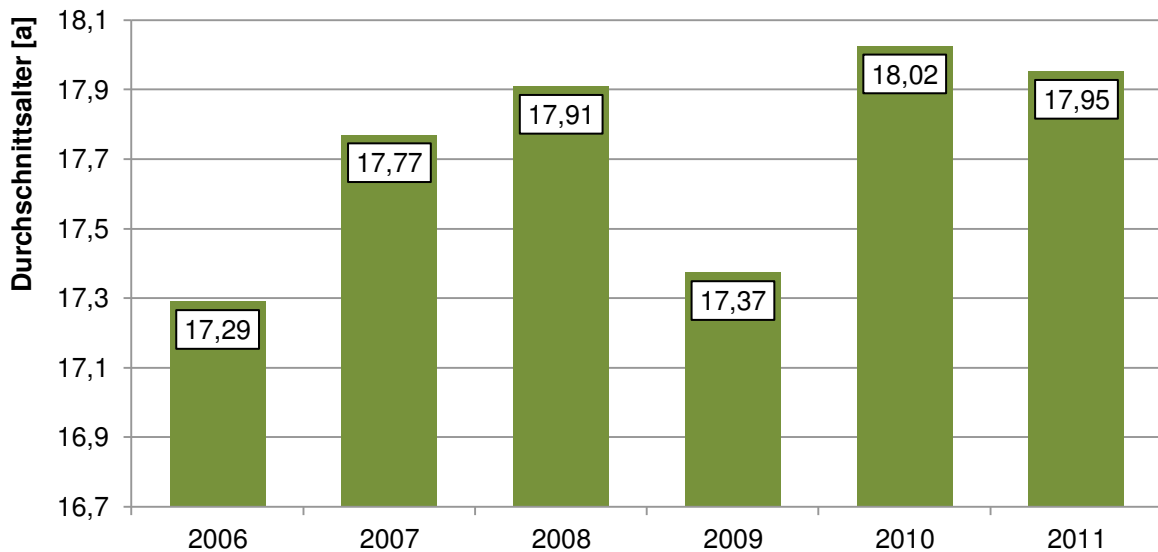


Abbildung 73: Durchschnittsalter der verwerteten Altfahrzeuge von 2006 bis 2011 [26]

Vergleicht man die Daten aus der Datenbank *altauto.at* (Abbildung 73), welche alle in Österreich verwerteten Altfahrzeuge enthält, mit den Daten des VVO (Abbildung 74), welche nur die 24.275 Altfahrzeuge berücksichtigt, die eindeutig der Ökoprämie 2009 zuordenbar waren, kann man feststellen, dass das Durchschnittsalter der Ökoprämienfahrzeuge bei 16,57 Jahren lag und somit unter 17,37 Jahren der gesamten verwerteten Altfahrzeuge im Jahr 2009.

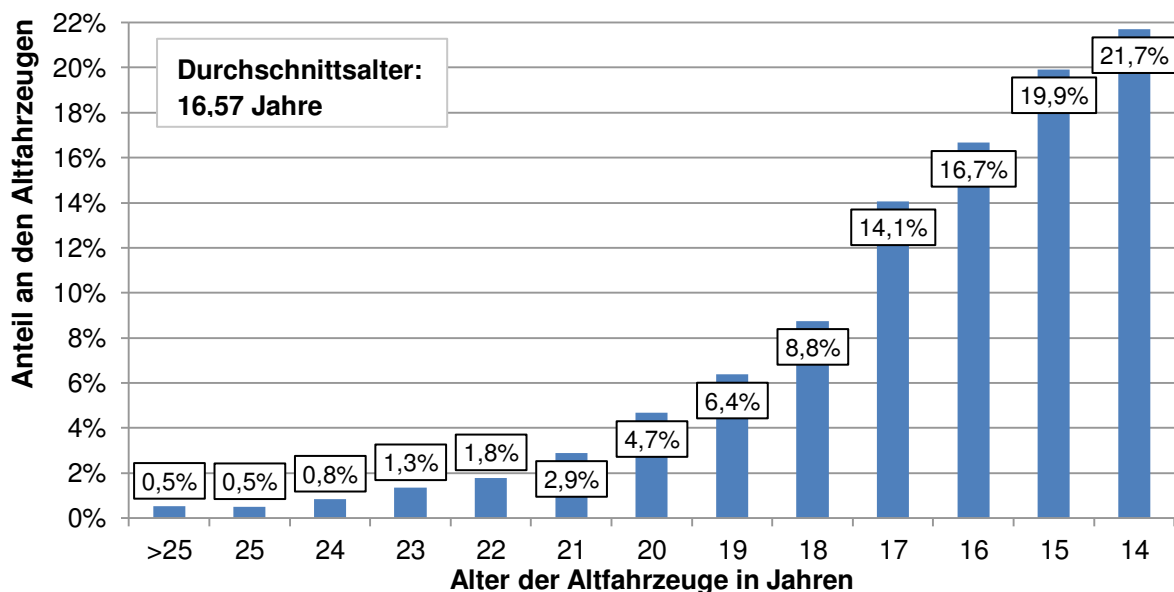


Abbildung 74: Alter der verschrotteten Altfahrzeuge der Ökoprämie 2009 [24]

### 5.1.2 Weitergaben der Altfahrzeuge

Die Anzahl der Weitergaben, die in der Datenbank *altauto.at* verzeichnet sind, weisen aus, wie oft ein Altfahrzeug nach der Erstübernahme weitergegeben wurde, bis es bei einem Shredderbetrieb verwertet wurde. Die Anzahl der Weitergaben der Altfahrzeuge ist daher von Interesse, da abgeleitet werden kann, wie viele Ökoprämienaltfahrzeuge direkt von

Shredderbetrieben übernommen oder zuerst bei Teileverwertern behandelt wurden. Anhand der Weitergaben in Tabelle 117 kann festgestellt werden, dass ca. 2 % der Altfahrzeuge (eine Weitergabe) direkt bei einem Shredderbetrieb abgegeben und verwertet wurden. Die Altfahrzeuge mit zwei Weitergaben (ca. 95,5 %) sind im Falle der Ökopremie zum Großteil bei den Fahrzeughändlern (in diesem Fall Erstübernehmer) abgegebene Altfahrzeuge, welche anschließend zu einem Shredderbetrieb überführt wurden. Ein Teil dieser Altfahrzeuge kann aber auch von einem Teileverwerter zu einem Shredderbetrieb gelangen. Altfahrzeuge, die mehr als zwei Weitergaben (ca. 2,4 %) verzeichnen, sind mit sehr großer Wahrscheinlichkeit, von einem Teileverwerter vorbehandelt, zu einem Shredderbetrieb gelangt.

Tabelle 117: Anzahl der Weitergaben der Altfahrzeuge [26]

<b>Weitergaben der Altfahrzeuge</b>		
<b>Anzahl Weitergaben</b>	<b>Anzahl Altfahrzeuge</b>	<b>Anteil in [%]<sup>1</sup></b>
1	491	2,0 %
2	23.188	95,5 %
3	594	2,4 %
4	2	0,0 %
<b>Summe</b>	<b>24.275</b>	<b>100 %</b>

1...alle Angaben sind gerundet

### 5.1.3 Eigengewicht der Altfahrzeuge

Das Eigengewicht der Altfahrzeuge wird benötigt, um eine Abschätzung treffen zu können, wie groß der Input in die Altfahrzeugverwertung war.

Die Daten des VVO über die Altfahrzeuge enthielten unter anderem das Eigengewicht der Pkw. Wie in Kapitel 3 mussten diese Daten bereinigt werden, da einige Datensätze nicht plausibel erschienen. In Tabelle 118 sind die mittleren Eigengewichte der Altfahrzeuge nach deren Klassen aufgeschlüsselt. Von den „nicht plausiblen“ Altfahrzeugen wiesen 133 kein und zwei Altfahrzeuge ein Eigengewicht von jeweils 137 und 330 kg/Altfahrzeug auf. Es wurde aus diesen bereinigten Daten ein durchschnittliches Altfahrzeuggewicht von rund 1.480 kg ermittelt.

In Abbildung 75 sind die Eigengewichte der Altfahrzeuge nach Fahrzeugklassen und deren Mittelwerten dargestellt.

Tabelle 118: Mittleres Eigengewicht der Altfahrzeuge [24]

Fahrzeugklasse	Anzahl Alt-Pkw nach Prüfung <sup>1</sup>	Anzahl Alt-Pkw nicht plausibel	mittleres Eigengewicht der Alt-Pkw <sup>2</sup>
Minis	248	3	1.124
Kleinwagen	7.457	31	1.280
Kompaktklasse	11.455	70	1.505
Mittelklasse	3.830	21	1.685
Obere Mittelklasse	513	7	1.935
Oberklasse	5	0	2.164
Sportwagen	112	0	1.495
Vans	370	3	2.111
SUV	136	0	1.647
Sonstige	4	0	1.400
Marke als Typ	2	0	1.840
k.A. möglich	8	0	1.657
<b>Summe</b>	<b>24.126</b>	<b>135</b>	<b>1.480</b>

1...vor Prüfung 24.275 Alt-Pkw

2...alle Angaben sind gerundet

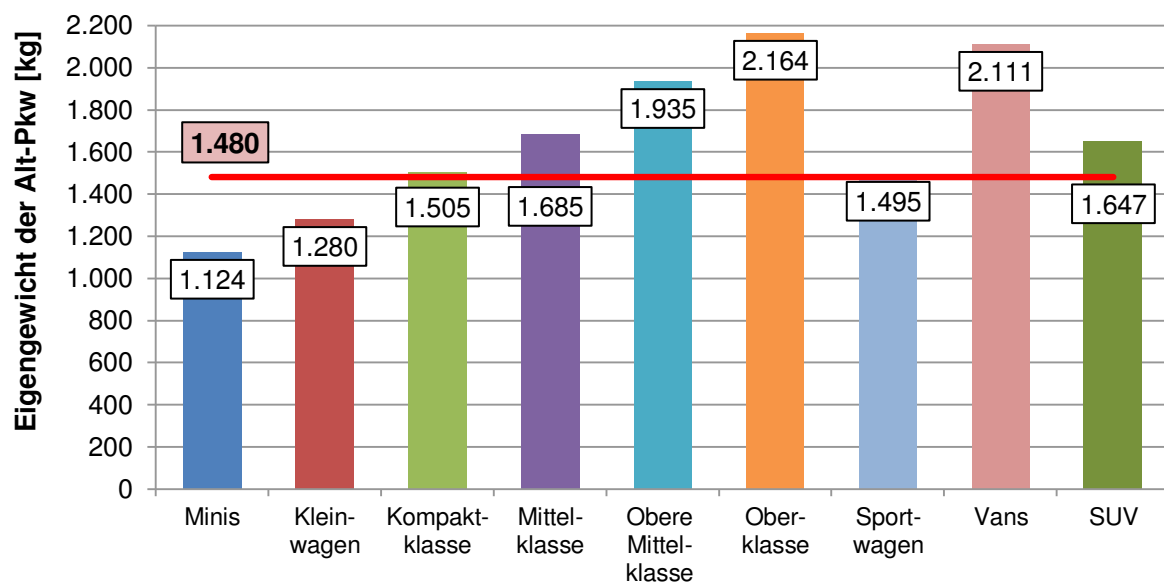


Abbildung 75: Mittleres Altfahrzeugeigengewicht nach Fahrzeugklassen der Ökoprämienfahrzeuge aus Daten des VVO [24]

## 5.2 Vorbehandlung, Trockenlegung und Shredder-Prozess

In diesem Unterkapitel werden die rudimentären Arbeitsschritte für die Verwertung von Altfahrzeugen erläutert. Dies beinhaltet die Vorbehandlung (Demontage), Trockenlegung und

den Shredder-Prozess. In Abbildung 76 ist ein Fließbild einer Altfahrzeugverwertung mit den wichtigsten Arbeitsschritten dargestellt.

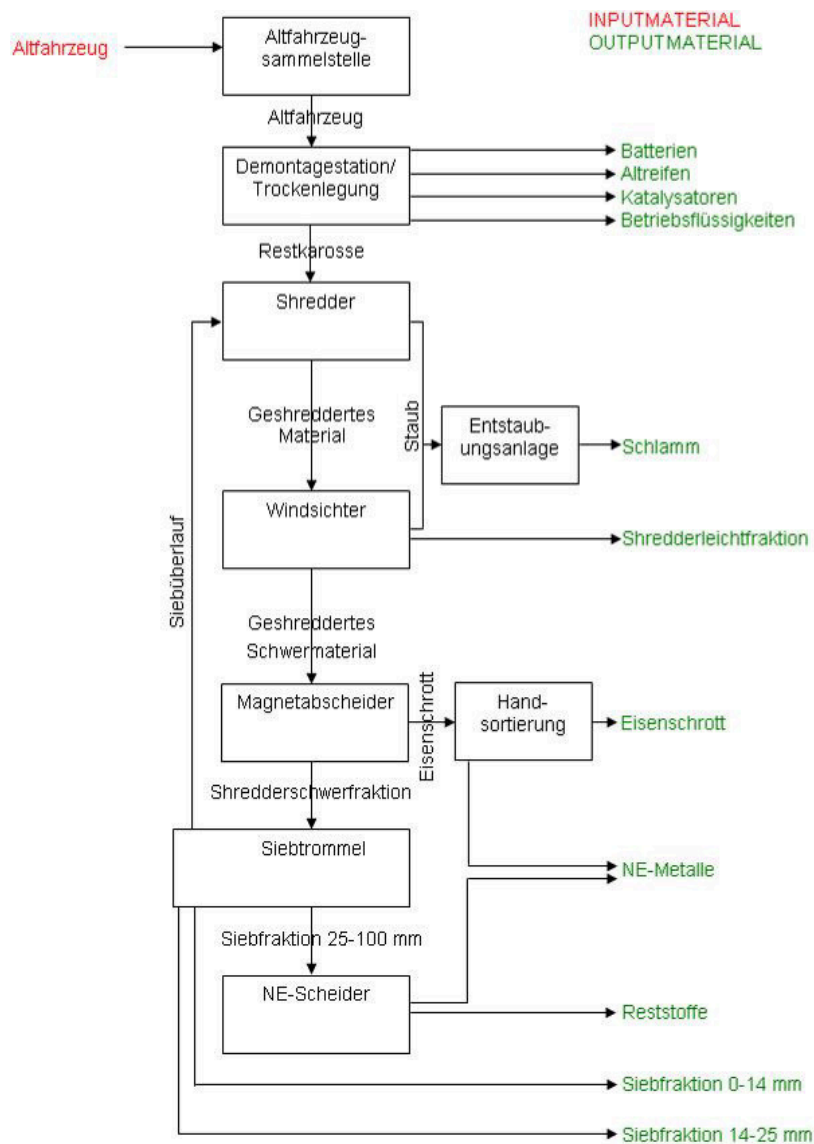


Abbildung 76: Fließbild der Altfahrzeugverwertung [45]

### 5.2.1 Vorbehandlung und Trockenlegung

Die Vorbehandlung und Trockenlegung kann entweder durch einen Teilverwerter oder einen Shredderbetrieb durchgeführt werden. Hierbei werden die noch verwendbaren Teile entnommen. Des Weiteren werden Bauteile und Bestandteile zur stofflichen und thermischen Verwertung sowie zur Beseitigung entnommen.

Die Vorbehandlung oder Demontage erfolgt mit einfachen manuellen oder elektrischen Werkzeugen. Die Trockenlegung des Altfahrzeuges wird je nach Art des Betriebsmittels unter Sog, Druck oder Schwerkraft vorgenommen. Für diesen Behandlungsschritt gibt es speziell dafür ausgelegte Anlagen. Der Anteil der nicht entfernbar ist, verbleibt im Altfahrzeug und gelangt mit dem Altfahrzeug in den Shredder-Prozess. [46]

## 5.2.2 Shredder-Prozess

Der Shredder-Prozess stellt die letzte Behandlungsstufe eines Altfahrzeuges dar. Hierbei wird das vorbehandelte und trockengelegte Altfahrzeug in einen Shredder überführt, welcher nach dem Prinzip der Hammermühle arbeitet. Nach der Aufgabe in den Shredder wird das Altfahrzeug von einem Treibrollenpaar erfasst, welches eine kontrollierte Zufuhr zum Rotor des Shredders gewährleistet. Die rotierenden Hämmer reißen das Altfahrzeug über eine ambossartige Abschlagkante in ca. handtellergröße Stücke. Je nach Bauart des Shredders werden die zerkleinerten Stücke über einen Ober- und/oder Unterrost ausgetragen. Das Materialgemisch, aus definierten Teilen (Stückgrößen von etwa 20 bis 25 cm) des aufbereiteten Altfahrzeugs, wird nun weiteren Aufbereitungsschritten und Trennprozessen unterzogen. Mittels eines Windsichters wird die Leichtfraktion von der Schwerfraktion (SSF...Shredderschwerfraktion) getrennt. Die Leichtfraktion wird in einem Zyklonabscheider geführt und dort mit den im Shredder anfallenden Stäuben gemeinsam, in die Shredderleichtfraktion (SLF) und in nicht abscheidbare Feinstäube getrennt. Die SSF wird in einem Magnetabscheider von den ferromagnetischen Bestandteilen (Eisen, Stahl) entfrachtet. Je nach Shredderbetrieb wird die restliche SSF händisch nachsortiert, wobei stark kupferhaltige Eisenteile, Gummi- und Polsterteile mit Eisenkern sowie größere NE-Metallstücke aussortiert werden. Bei einigen Shredderanlagen ist noch eine NE-Metall-Abscheidung angeschlossen. [46]

In Abbildung 77 ist eine schematische Darstellung eines Shredders ersichtlich.

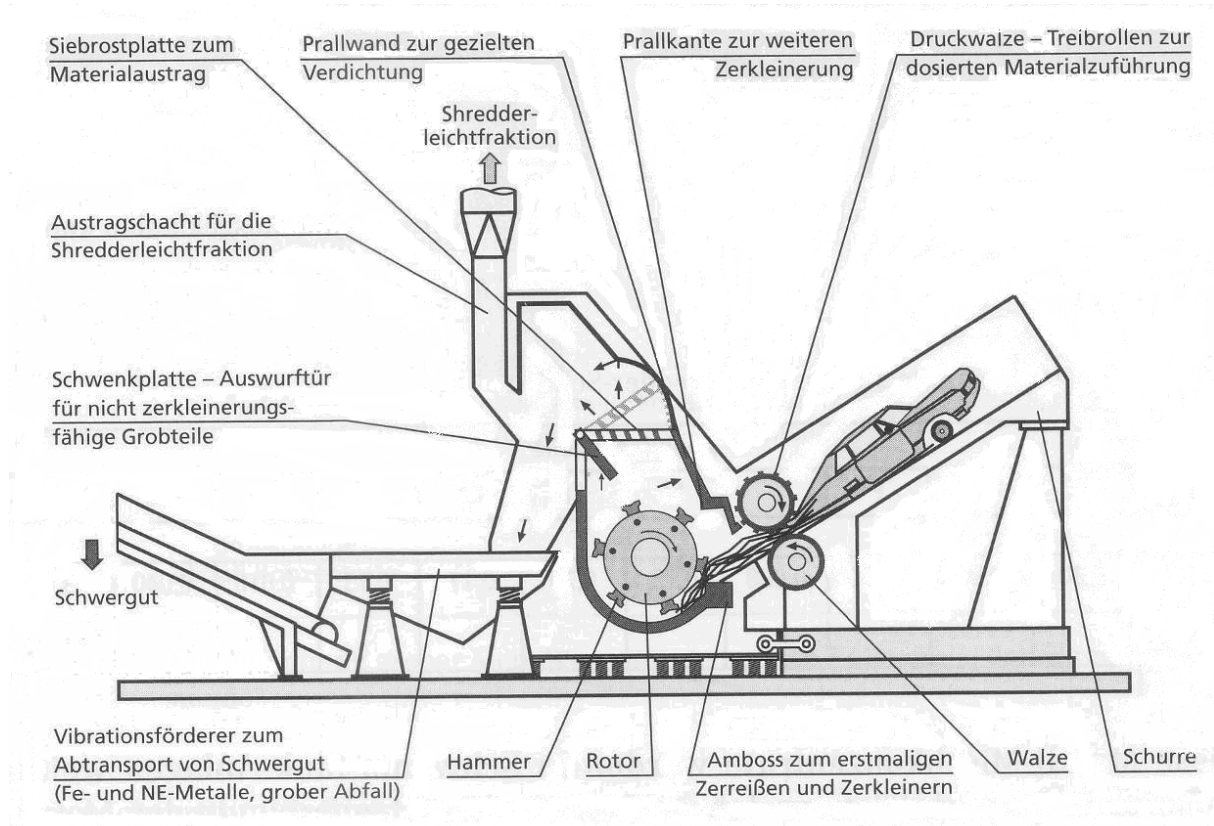


Abbildung 77: Schematische Darstellung eines Shredders [45]

### 5.3 Auswertung der Fahrzeugverwertung

Für die Auswertung der verwerteten Ökoprämienvfahrzeuge wurde als Grundlage die Meldung der Verwertungsquote aus dem Jahr 2009 (siehe Anhang 2) herangezogen. Diese Meldung beinhaltet alle relevanten Teile- und Bestandteileentnahmen durch die Demontage und Trockenlegung, sowie alle relevanten Stoffströme, die durch den Shredder-Prozess entstehen.

Das Eingangsgewicht laut Typenschein der Altfahrzeuge, die in die Behandlung gelangen, muss vor der Verwertungsquotenberechnung korrigiert werden (siehe Tabelle 119). Die Bemessungsgrundlage, die nach dieser Korrektur verbleibt, wird als 100 % für die Verwertungsquotenberechnung herangezogen. Für die weitere Berechnung wurde ein Bereich angenommen, in dem sich die gemittelten Eigengewichte der Pkw befinden. Für die untere Grenze dieses Bereiches wurde das Gewicht pro Altfahrzeug aus der Verwertungsquotenmeldung 2009 festgelegt. Die obere Grenze ergab sich aus dem Mittelwert der Eigengewichte je Fahrzeugklasse aus den Daten des VVO (siehe Kap. 5.1.3). Die Prozentsätze der unteren und oberen Grenze der verbleibenden Massen für die Bemessungsgrundlage sind unterschiedlich, da die Korrektur für den Fahrer und den Treibstoff keine prozentualen Werte, sondern Absolutwerte sind (Fahrer: 75 kg, Treibstoff: 40 kg).

Da die Altfahrzeuge, wie in Unterkapitel 2.2 beschrieben, die Begutachtungsplakette gemäß § 57a aufweisen mussten und somit betriebstüchtig waren, könnte davon ausgegangen werden, dass keine Bauteile bei der Übernahme fehlten. Die Berechtigung diesen Korrekturfaktor dennoch zu verwenden, ergibt sich aus der Anzahl der Weitergaben, die in Unterkapitel 5.1.2 beschrieben ist.

Die Prozentsätze zur Art der Verwertung oder Beseitigung aus der Verwertungsquotenmeldung der Österreichischen Shredder während der Vorbehandlung und Trockenlegung sind in Tabelle 120 aufgelistet. In Tabelle 121 sind die durch den Shredder-Prozess und die Aufbereitung entstehenden Fraktionen dokumentiert und die Gesamtverwertungsquoten aufgelistet.

Tabelle 119: Korrektur des Eingangsgewichts [47]

Korrektur des Eingangsgewichts <sup>1</sup>	VWQ <sup>2</sup>	VVO <sup>3</sup>
Eingangsgewicht	100 %	100 %
Bei Übernahme fehlende Bauteile	1,6 %	1,6 %
<b>Verwertete Masse abzgl. Bei Übernahme fehlende Bauteile</b>	<b>98,4 %</b>	<b>98,4 %</b>
Korrektur Fahrer (75 kg Fahrer)	7,7 %	5,1 %
Korrektur Treibstoffe (40 kg Treibstoff)	4,1 %	2,7 %
<b>Bemessungsgrundlage für die Quotenberechnung</b>	<b>86,7 %</b>	<b>90,7 %</b>

1...alle Angaben sind gerundet    2...VWQ...Verwertungsquote 2009

3...VVO...Verband der Versicherungsunternehmen Österreichs

Tabelle 120: Materialgruppen und deren Behandlungsweg aus der Vorbehandlung und Trockenlegung [47]

<b>Vorbehandlung und Trockenlegung (Bauteile/Flüssigkeiten aus der Demontage/Schadstoffentfrachtung)</b>		<b>stoffl. Verwertung u. Wiederverwendung</b>	<b>therm. Verwertung</b>	<b>Beseitigung</b>
Altmetalle und zur Wiederverwendung ausgebaute Fahrzeugteile	Anlasser	100 %	-	-
	div. Aggregate	100 %	-	-
	div. Bauteile (Metall)	100 %	-	-
	Felgen	100 %	-	-
	Getriebe	100 %	-	-
	Kraftstoffbehälter Metall	100 %	-	-
	Lichtmaschine	100 %	-	-
	Motor	100 %	-	-
	Schwingungsdämpfer	100 %	-	-
	sonstige Flüssigkeitstanks Metall	100 %	-	-
	Wuchtgewichte	100 %	-	-
Altöl	Motor- und Getriebeöle	-	100 %	-
Bleiakkumulatoren	Starterbatterie	100 %	-	-
Bremsflüssigkeit	Bremsflüssigkeit	-	100 %	-
Demontierte Altreifen ohne Felge	Reifen ohne Felge	60 %	40 %	-
Demontierte Gummi-, Leder-, Holz- und Textilteile (inkl. Werkstoffverbunde mit diesen Hauptkomponenten)	Gummi-, Textilteile	100 %	-	-
Demontierte Kunststoffteile (inkl. Werkstoffverbunde mit dieser Hauptkomponente)	große Kunststoffbauteile	100 %	-	-
	Kraftstoffbehälter Kunstst.	-	-	100 %
	sonstige Flüssigkeitstanks Kunstst.	-	-	100 %
FCKW-hältige Kälte-, Treib- u. Lösemittel	Kältemittel aus der Klimaanlage	-	-	100 %
Flüssigkristallanzeigen (LCD)	LCD-Anzeigen	-	-	100 %
Gase in Stahldruckflaschen	Flüssiggastank	100 %	-	-
Gasentladungslampen	Gasentladungslampen	70 %	30 %	-
Glas	Frontscheibe	100 %	-	-
Glas	Heckscheibe	100 %	-	-
Hydrauliköle, halogenfrei	Hydrauliköle Halogenfrei	20 %	80 %	-
Hydrauliköle, halogenhaltig	Hydrauliköle Halogenhaltig	-	100 %	-
Katalysator	Katalysator	100 %	-	-
Kühl- und Klimageräte mit FCKW-, FKW- und KW-haltigen Kältemitteln (z.B. Propan, Butan)	Klimaanlagen	80 %	20 %	-
Leiterplatten bestückt	Leiterplatten bestückt	100 %	-	-
Lösemittel-Wasser-Gemische oder Halogenierte Lösemittel	Kühlflüssigkeit(en)	50 %	20 %	30 %



Tabelle 121: Materialgruppen und deren Behandlungsweg aus dem Shredder-Prozess und der Aufbereitung [47]

<b>Shredder-Prozess und Aufbereitung der Fraktionen</b>	<b>stoffl. Verwertung und Wiederverwendung<sup>1</sup></b>	<b>therm. Verwertung<sup>1</sup></b>	<b>Beseitigung<sup>1</sup></b>
Eisen	58,6 %	-	-
NE-Metalle	4,0 %	-	-
Shredderschwerfraktion	2,3 %	3,2 %	0,2 %
Shredderleichtfraktion	3,9 %	7,6 %	3,7 %
<b>Shredder-Prozess und Aufbereitung der Fraktionen</b>	<b>68,8 %</b>	<b>10,8 %</b>	<b>3,9 %</b>
<b>Vorbehandlung und Trockenlegung</b>	<b>13,9 %</b>	<b>2,5 %</b>	<b>0,2 %</b>
<b>Verwertungsquotenprozent</b>	<b>82,7 %</b>	<b>13,3 %</b>	<b>4,1 %</b>
	<b>95,9 %</b>		

1...alle Angaben sind gerundet

### 5.3.1 Auswertung und Ergebnisse

Für die Berechnung einer Massenbilanz der Altfahrzeugbehandlung wurde das Altfahrzeuggewicht aus der Verwertungsquotenmeldung aus 2009 (979,57 kg/Alt-Pkw) und das gemittelte Eigengewicht aus den Daten des VVO (1.479,63 kg/Alt-Pkw; siehe Kap. 5.1.3) herangezogen. Dies ist nötig, um die Bandbreite aufzuzeigen, in der sich die Massenströme bewegen können. Da die Daten des VVO bei den vorangegangenen Auswertungen immer wieder Inkonsistenzen aufwiesen, können diese nur bedingt als aussagekräftig angesehen werden. Deshalb wurde ein arithmetischer Mittelwert zwischen der Auswertung dieser zwei Eigengewichte erstellt.

In Tabelle 122 sind die Ergebnisse der Massenbilanz für einen Alt-Pkw aus den Prozentsätzen aus Tabelle 119, Tabelle 120 und Tabelle 121 ersichtlich.

Das Eigengewicht wird um die Summe der fehlenden Bauteile, sowie den Fahrer (75 kg) und die Treibstoffe (40 kg) laut Typenschein korrigiert. Durch diese Korrektur ergibt sich die Bemessungsgrundlage, von welcher aus die Verwertungsquoten berechnet werden.

Die Anteile der stofflichen Verwertung und Wiederverwendung, der thermischen Verwertung und der Beseitigung aus der Vorbehandlung und Trockenlegung werden jeweils zusammengefasst angegeben und als eine Fraktion angesehen. Die vollständig aufgeschlüsselte Auswertung ist in Anhang 2 ersichtlich.

Die Fraktionen, die durch den Shredder-Prozess entstehen, werden gesondert und zusammengefasst angegeben.



Die gesamten Massen je Verwertungsart oder Beseitigung werden so angegeben, dass eine Zuordnung nach den gesetzlichen Verwertungszielen möglich ist.

Tabelle 122: Massenbilanz der Behandlung der Ökoprämienfahrzeuge pro Alt-Pkw

Korrektur des Eingangsgewichts der Ökoprämienfahrzeuge <sup>1</sup>							
		Gewicht [kg/Alt-Pkw] <sup>1</sup>		Mittelwert [kg/Alt-Pkw] <sup>1</sup>			
<b>Eigengewicht</b>		979,57 – 1.479,63		1.229,60			
Bei Übernahme fehlende Bauteile		15,22 – 22,99		19,10			
Korrektur Fahrer und Treibstoffe (75 kg Fahrer, 40 Treibstoff)		115		-			
<b>Bemessungsgrundlage</b>		849,35 – 1.341,64		1.095,49			
Wiederverwendung, Verwertung und Beseitigung pro Fraktion							
		stoffl. Verwertung u. Wiederverwendung in [kg/Alt-Pkw] <sup>1</sup>		therm. Verwertung in [kg/Alt-Pkw] <sup>1</sup>		Beseitigung in [kg/Alt-Pkw] <sup>1</sup>	
<b>Vorbehandlung und Trockenlegung</b>		117,95 – 186,31		20,81 – 32,87		1,56 – 2,46	
		Mittelwert	152,13	Mittelwert	26,84	Mittelwert	2,01
Eisen		497,37 – 785,64		-		-	
		Mittelwert	641,50	Mittelwert	-	Mittelwert	-
NE-Metalle		33,81 – 53,41		-		-	
		Mittelwert	43,61	Mittelwert	-	Mittelwert	-
Shredderschwerfraktion		19,48 – 30,78		27,35 – 43,19		1,66 – 2,62	
		Mittelwert	25,13	Mittelwert	35,27	Mittelwert	2,14
Shredderleichtfraktion		33,53 – 52,97		64,52 – 101,92		31,31 – 49,46	
		Mittelwert	43,25	Mittelwert	83,22	Mittelwert	40,39
<b>Shredder-Prozess und Aufbereitung der Fraktionen</b>		584,19 – 922,79		91,87 – 145,11		32,97 – 52,08	
		Mittelwert	753,49	Mittelwert	118,49	Mittelwert	42,53
Wiederverwendung, Verwertung und Beseitigung Gesamt <sup>1</sup>							
<b>Verwertungsquoten-relevante Fraktionen</b>		702,14 – 1.109,11		112,68 – 177,99		34,53 – 54,54	
		Mittelwert	905,62	Mittelwert	145,33		
		814,82 – 1.287,09				Mittelwert	44,54
		Mittelwert		1.050,96			

1...alle Angaben sind gerundet

Abbildung 78 zeigt grafisch die Aufteilung der in Tabelle 122 aufgelisteten Mittelwerte. Die Werte wurden aus Gründen der leichteren Nachvollziehbarkeit auf die Summe der Korrektur des Eingangsgewichtes und der aufsummierten Werte der Wiederverwendung und stofflichen Verwertung, der thermischen Verwertung und der Beseitigung beschränkt.

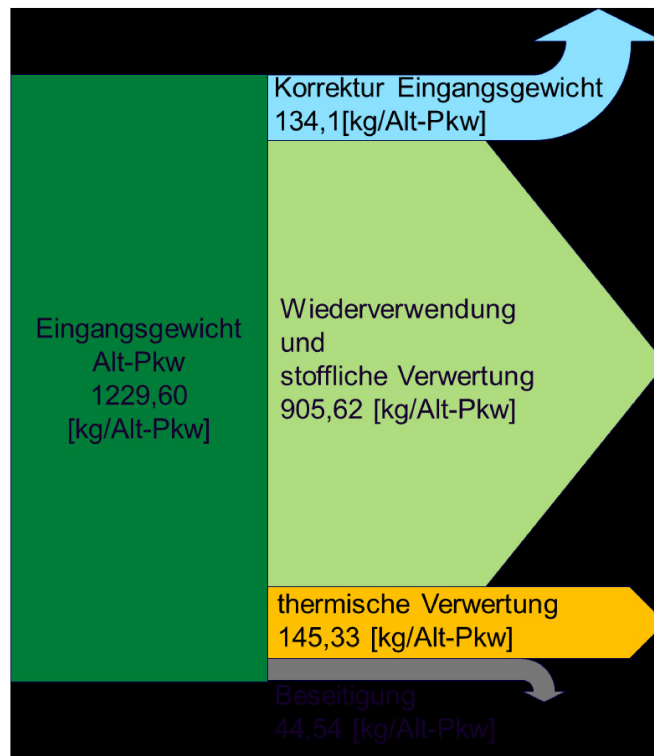


Abbildung 78: Massenbilanz der Altfahrzeugbehandlung mittels der Mittelwerte aus Tabelle 122

Um die durch die Ökoprämie verschrotteten 30.000 Altfahrzeuge gesamtheitlich zu erfassen, wurden die Ergebnisse der Auswertung in Tabelle 122 für einen Alt-Pkw auf 30.000 Altfahrzeuge umgerechnet. Die Ergebnisse dieser Umrechnung auf 30.000 Altfahrzeuge ist in Tabelle 123 ersichtlich.

Tabelle 123: Massenbilanz der Behandlung der Ökoprämienfahrzeuge für 30.000 Alt-Pkw

<b>Korrektur des Eingangsgewichts der Ökoprämienfahrzeuge<sup>1</sup></b>						
Basis: 979,57 – 1.479,63 kg/Alt-Pkw		<b>Gewicht [t/Gesamt]<sup>1</sup></b>		<b>Mittelwert [t/Gesamt]<sup>1</sup></b>		
<b>Eigengewicht</b>		29.387,15 – 44.388,79		36.887,97		
Bei Übernahme fehlende Bauteile		456,6 – 689,69		573,15		
Korrektur Fahrer und Treibstoffe (75 kg Fahrer, 40 kg Treibstoff)		2.250		-		
<b>Bemessungsgrundlage</b>		25.480,54 – 40.249,09		32.864,82		
<b>Wiederverwendung, Verwertung und Beseitigung pro Fraktion</b>						
	stoffl. Verwertung u. Wiederverwendung in [t/Gesamt] <sup>1</sup>		therm. Verwertung in [t/Gesamt] <sup>1</sup>		Beseitigung in [t/Gesamt] <sup>1</sup>	
<b>Vorbehandlung und Trockenlegung</b>	<b>3.538,47 – 5.589,38</b>		<b>624,34 – 986,2</b>		<b>46,78 – 73,89</b>	
	Mittelwert	<b>4.563,93</b>	Mittelwert	<b>805,27</b>	Mittelwert	<b>60,33</b>
Eisen	14.920,99 – 23.569,21		-		-	
	Mittelwert	<b>19.245,10</b>	Mittelwert	<b>-</b>	Mittelwert	<b>-</b>
NE-Metalle	1.014,35 – 1.602,27		-		-	
	Mittelwert	<b>1.308,31</b>	Mittelwert	<b>-</b>	Mittelwert	<b>-</b>
Shredderschwerfraktion	584,53 – 923,32		820,35 – 1.295,83		49,7 – 78,51	
	Mittelwert	<b>753,93</b>	Mittelwert	<b>1.058,09</b>	Mittelwert	<b>64,11</b>
Shredderleichtfraktion	1.005,95 – 1.589		1.935,68 – 3.057,6		939,41 – 1.483,89	
	Mittelwert	<b>1.297,47</b>	Mittelwert	<b>2.496,64</b>	Mittelwert	<b>1.211,65</b>
<b>Shredder-Prozess und Aufbereitung der Fraktionen</b>	<b>17.525,82 – 27.683,8</b>		<b>2.756,03 – 4.353,42</b>		<b>989,11 – 1.562,4</b>	
	Mittelwert	<b>22.604,81</b>	Mittelwert	<b>3.554,72</b>	Mittelwert	<b>1.275,76</b>
<b>Wiederverwendung, Verwertung und Beseitigung Gesamt<sup>1</sup></b>						
<b>Verwertungsquoten-relevante Fraktionen</b>	21.064,29 – 33.273,18		3.380,36 – 5.339,63		1.035,89 – 1.636,29	
	Mittelwert	<b>27.168,74</b>	Mittelwert	<b>4.359,99</b>		
	24.444,66 – 38.612,8				Mittelwert	<b>1.336,09</b>
	Mittelwert		<b>31.528,73</b>			

1...alle Angaben sind gerundet

### 5.3.2 Stoffflussanalyse

Zur besseren Veranschaulichung wurde die der Auswertung der Ökoprämienfahrzeuge zugrundeliegende Verwertungsquotenmeldung 2009 der Österreichischen Shredder als Stoffflussanalyse (SFA) in Abbildung 79 dargestellt.

Diese SFA ist nur in Prozent ausgeführt, um eine allgemeine Gültigkeit zu haben. Aufgrund der Korrektur des Eingangsgewichts um den Fahrer und die Treibstoffe, welche Absolutwerte sind, kommt es bei der Betrachtung mit anderen Eingangsgewichten, als jenes der Verwertungsquotenmeldung, zu Abweichungen der Prozentwerte. Jener Teil der SFA der nicht für die Quotenberechnung herangezogenen Stoffflüsse (außerhalb des Rahmens) ändert sich somit wie in Tabelle 119 ersichtlich.

Nach der Korrektur des Eingangsgewichts (86,7 %) wird die für die Bemessungsgrundlage verbleibende Masse als 100 % für die Quotenberechnung herangezogen.

Die Verwertungsziele wurden mit 82,7 % für die stoffliche Verwertung und Wiederverwendung (mind. 80 %) und 96 % für die Wiederverwendung, stoffliche und thermische Verwertung insgesamt (mind. 85 %) erreicht.

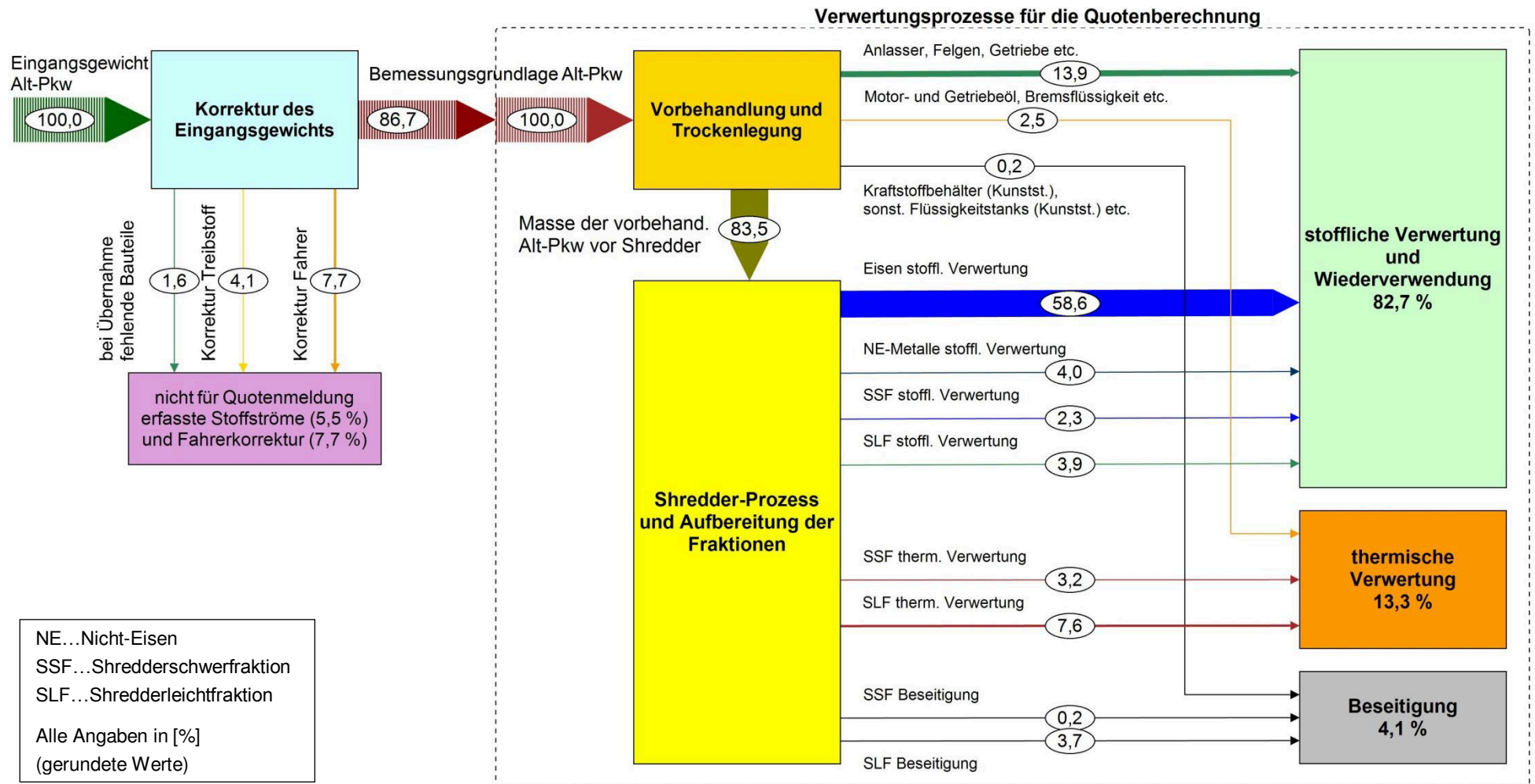


Abbildung 79: Stoffflussanalyse der Altfahrzeugverwertung auf Basis der Verwertungsquotenmeldung 2009 [47]

### 5.3.3 Rohstoffabfluss ins Ausland

In diesem Unterkapitel wird versucht den Abfluss von Rohstoffen durch nicht in Österreich behandelte Altfahrzeuge näherungsweise darzustellen.

In Abbildung 80 ist die Änderung des Pkw-Bestandes von 2008 auf 2009 ersichtlich. Es werden die Zuwächse an Neufahrzeugen, der Verbleib von Gebrauchtwagen im Bestand und die aus dem Bestand ausscheidenden Pkw dargestellt.

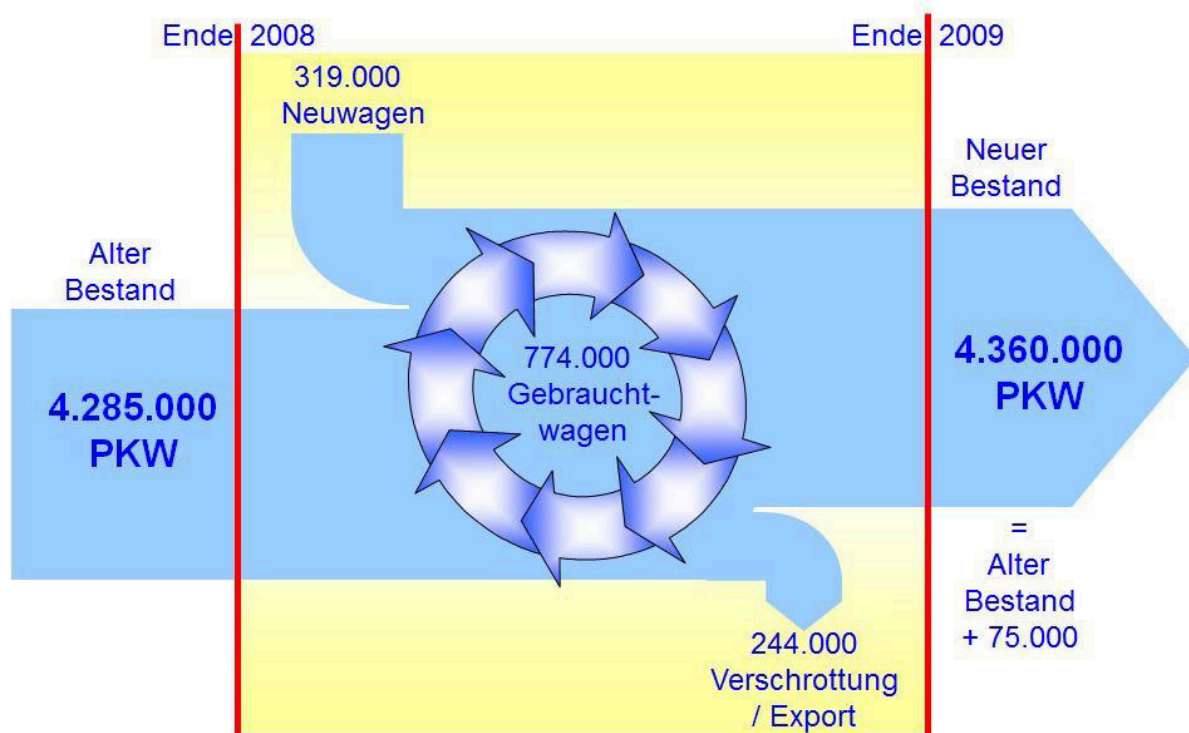


Abbildung 80: Änderung des Pkw-Bestandes von Jahr 2008 auf 2009 [48]

Da dies nur eine näherungsweise Betrachtung ist, werden die ausgeschiedenen Pkw 2009 mit dem gerundeten Wert von 244.000 angenommen. Im Jahr 2009 betrug die Anzahl der dokumentiert zurückgenommenen Altfahrzeuge rund 91.000, davon wurden 87.000 Altfahrzeuge verschrottet. Zieht man nun von den ausgeschiedenen Altfahrzeugen die zurückgenommenen ab, erhält man rund 153.000 Altfahrzeuge, deren Verbleib nicht geklärt ist.

Es besteht die Möglichkeit, dass ein Großteil dieser Altfahrzeuge ins Ausland verbracht wurde, um dort entweder weiterbetrieben oder deren Einzelteile ausgebaut bzw. verschrottet zu werden.

Als Basis für die weitere Betrachtung wurde die Eigengewichtsangabe aus der Verwertungsquotenmeldung angenommen. Diese Annahme wurde getroffen, da dieser Wert einen Mittelwert über alle in Österreich geschredderten Altfahrzeuge darstellt und somit wahrscheinlich die größte Aussagekraft besitzt.

In Tabelle 124 wurde anhand desselben Schemas wie bei den Ökopremienfahrzeugen (siehe Kap. 5.3) eine Auswertung der rund 153.000 Altfahrzeuge, deren Verbleib nicht

geklärt ist, vorgenommen. Diese Auswertung ergab, dass alleine durch das Shreddern dieser Altfahrzeuge etwa 76.000 t an Eisenschrott und rund 5.200 t an NE-Metallen hätten gewonnen werden können. Insgesamt wären etwa 107.400 t an Sekundärrohstoffen zur Wiederverwendung und stofflichen Verwertung, sowie etwa 17.200 t an Sekundärbrennstoffen aus den Altfahrzeugen gewonnen worden.

Den positiven Effekten gegenüber stehen aber die rund 5.300 t an zu beseitigenden Stoffen und der bei dieser Betrachtung nicht einbezogene Energieaufwand für die Sammlung, die Behandlungs- und die Aufbereitungsschritte.

Tabelle 124: Abschätzung des Rohstoffabflusses durch rund 153.000 Altfahrzeuge

<b>Korrektur des Eingangsgewichts der Ökopremienfahrzeuge<sup>1</sup></b>			
Basis: 979,57 kg/Alt-Pkw		<b>Gewicht [t]<sup>1</sup></b>	
<b>Eigengewicht</b>		149.874	
Bei Übernahme fehlende Bauteile		2.329	
Korrektur Fahrer und Treibstoffe (75 kg Fahrer, 40 kg Treibstoff)		17.595	
<b>Bemessungsgrundlage</b>		129.951	
<b>Wiederverwendung, Verwertung und Beseitigung pro Fraktion</b>			
	stoffl. Verwertung u. Wiederverwendung in [t] <sup>1</sup>	therm. Verwertung in [t] <sup>1</sup>	Beseitigung in [t] <sup>1</sup>
<b>Vorbehandlung und Trockenlegung</b>	<b>18.046</b>	<b>3.184</b>	<b>239</b>
Eisen	76.097	-	-
NE-Metalle	5.173	-	-
Shredderschwerfraktion	2.981	4.184	253
Shredderleichtfraktion	5.130	9.872	4.791
<b>Shredder-Prozess und Aufbereitung der Fraktionen</b>	<b>89.382</b>	<b>14.056</b>	<b>5.044</b>
<b>Wiederverwendung, Verwertung und Beseitigung Gesamt<sup>1</sup></b>			
<b>Verwertungsquotenrelevante Fraktionen</b>	107.428	17.240	5.283
	124.668		

1...alle Angaben sind gerundet

## 6 Volkswirtschaftliche Aspekte

In diesem Kapitel werden einige volkswirtschaftliche Aspekte der Ökoprämie behandelt. Die betrachteten Themenfelder auf monetärer Ebene umfassen die Auswirkungen auf die Mineralölsteuer und Kosten für die Konsumenten durch die Verbrauchsänderung an Kraftstoff, die Steuererträge durch den Neuwagenkauf, die Bewertung der CO<sub>2</sub>-Emissionsänderungen im Hinblick auf den Zertifikatshandel und die Erlöse bzw. Aufwände durch die Vermarktung der Fraktionen aus der Pkw-Verwertung. Des Weiteren wird auf die Entwicklung der personenbezogenen Sicherheit im Straßenverkehr, durch die steigende Fahrzeugsicherheit eingegangen.

### 6.1 Monetäre Bewertung der Ökoprämie

Im folgenden Unterkapitel soll ein Überblick über die monetären Auswirkungen der Ökoprämie gegeben werden. Dies beinhaltet eine Betrachtung der Entwicklung der Steuereinnahmen für den Staat durch die Ökoprämie, sowie die Ausgaben der Verbraucher, hiermit sind jene gemeint die in den Genuss der Ökoprämie kamen. Es wird überdies noch eine kurze Bewertung der CO<sub>2</sub>-Emissionen aus monetärer Sicht vorgenommen.

Die in diesem Unterkapitel durchgeführten Berechnungen stellen nur Abschätzungen dar und erheben keinerlei Anspruch auf Vollständigkeit.

#### 6.1.1 Mineralölsteuer und Verbraucherpreis für Kraftstoffe

Die Mineralölsteuer (MöSt) wird unter anderem auf Kraftstoffe eingehoben, welche beim Betrieb von Pkw benötigt werden. Die Höhe dieser Steuer ist im Mineralölsteuergesetz 1995 (StF: BGBl. Nr. 630/1994, vgl. [49]) festgelegt. Für die weitere Betrachtung wurde dieselbe Kraftstoffzusammensetzung wie bei den ökologischen Aspekten in Kapitel 4 angenommen. Dies bedeutet, dass die Kraftstoffe einen Gehalt an biogenen Stoffen von mindestens 4,4 % und einem Schwefelgehalt von höchstens 10 mg/kg (0,001 %) hatten. Daraus resultieren, laut dem Mineralölsteuergesetz 1995, Steuerschulden von 442 €/1.000 L für Normal-, Eurosuper- und Super Plus-Benzin bzw. 347 €/1.000 L für Diesel.

Der Kraftstoffpreis für den Verbraucher unterliegt dem freien Markt und somit Schwankungen. In Tabelle 125 sind die maximalen, minimalen und mittleren Kraftstoffpreise aus dem Jahr 2009 ersichtlich. Im Jahr 2009 waren die Kraftstoffpreise im Vergleich zum Vor- und Folgejahr deutlich geringer, wie in Abbildung 81 dargestellt ist.

Tabelle 125: Kraftstoffpreise 2009 [50]

<b>Kraftstoffpreise 2009</b>				
Basis: 50 Einzelwerte	Diesel [€/L]	Eurosuper [€/L]	Normal [€/L]	Super Plus [€/L]
Maximal	1,03	1,14	1,14	1,29
Minimal	0,90	0,88	0,87	1,04
<b>Mittelwert</b>	<b>0,97</b>	<b>1,04</b>	<b>1,04</b>	<b>1,19</b>



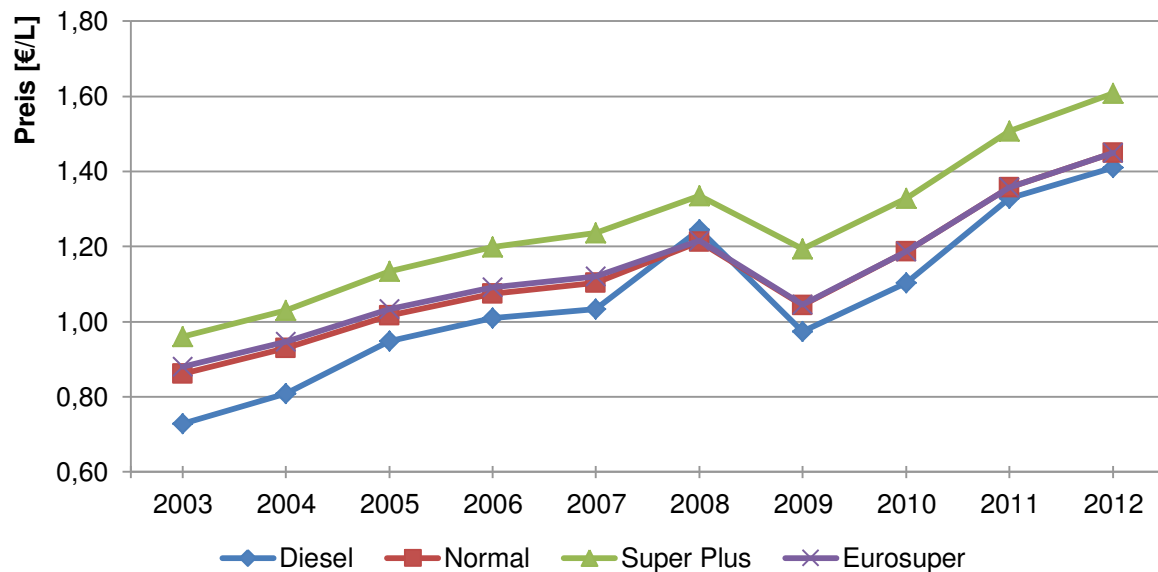


Abbildung 81: Kraftstoffpreisentwicklung von 2003 bis 2012 [50]

In Tabelle 126 sind die Auswirkungen der Ökoprämie auf den Kraftstoffverbrauch und die dadurch resultierenden monetären Effekte auf den Verbraucher und auf die Einnahmen für den Staat aus der MöSt ersichtlich. Der Verbrauch an Benzin ist zwar gestiegen, jedoch nur aufgrund des höheren Anteils an Benzin-Pkw bei den 30.000 Neufahrzeugen. Beim Dieserverbrauch verhält es sich genau konträr. Der Verbrauch generell sinkt, dies kann am mittleren Verbrauch an Benzin und Diesel erkannt werden. Der mittlere Kraftstoffpreis für Benzin ist nur auf Normal- und Eurosuper-Benzin bezogen. Es war nicht möglich eine Aussage über die Verteilung zwischen den Benzinsorten zu treffen, deshalb wurde der niedrigste Wert ausgewählt.

Die Ausgaben für Kraftstoffe sanken in dieser Betrachtung insgesamt um rund 1,5 Mio. Euro. Die Lenker von Benzin-Pkw geben im Mittel rund 65,7 Euro weniger pro Jahr aus und die Lenker von Diesel-Pkw etwa 16,6 Euro pro Jahr.

Da die Mineralölsteuer vom Verbrauch an Kraftstoffen abhängig ist, sind die Einnahmen für den Staat folglich auch gesunken. Der errechnete Rückgang macht in etwa 692 Tsd. Euro aus.

Diese hier genannten Werte sind nur geschätzt! Sie können sich wesentlich von der Realität unterscheiden, da keine Rebound Effekte wie durch mehr gefahrene Kilometer oder eine nicht sachgemäße Wartung des Pkws mit in Betracht gezogen wurde. Eine weitere Schwachstelle dieser Betrachtung liegt im Betrachtungsjahr. Da die Ökoprämie im Jahr 2009 ausgeschüttet wurde und dies gleichzeitig als Bezugsjahr für diese Abschätzung fungiert. Keines der Ökoprämienfahrzeuge war über das ganze Jahr 2009 als Privatfahrzeug in Gebrauch und konnte daher nicht in vollem Umfang zur in Tabelle 126 zusammengefassten Kraftstoffreduktion beitragen.

Tabelle 126: Veränderung der Ausgaben der Verbraucher und Einnahmen durch Steuern aufgrund des veränderten Kraftstoffverbrauchs durch die Ökoprämie 2009

<b>Ausgaben der Verbraucher und Einnahmen durch Steuern<sup>1</sup></b>		
<b>Bezugsjahr 2009</b>	<b>Benzin</b>	<b>Diesel</b>
gesamter Verbrauch [L/a]	+ 364.000	- 1.929.000
mittlerer Verbrauch pro Pkw [L/a] <sup>2</sup>	- 62	- 17
mittlerer Kraftstoffpreis [€/L]	1,04 <sup>3</sup>	0,97
<b>Verbraucher<sup>1</sup></b>		
gesamte Ausgaben für Kraftstoffe [€/a]	+ 379.747	- 1.878.57
	-1.498.829	
mittlere Ausgaben für Kraftstoffe [€/a*Pkw]	- 64,68	- 16,56
<b>Mineralölsteuer<sup>1</sup></b>		
gesamte Einnahmen aus Kraftstoffe [€/a]	+ 160.888	- 852.618
	-691.730	
mittlere Einnahmen aus Kraftstoffe [€/a*Pkw]	- 27,40	- 5,90

1...alle Angaben sind gerundet 2...gesamter Verbrauch pro Anzahl an Pkw

3...Mittelwert von Normal- und Eurosuper-Benzin siehe Tabelle 125

### 6.1.2 Normverbrauchsabgabe und Mehrwertsteuer bei Neuwagenkauf

Die Normverbrauchsabgabe (NoVA) wird, vereinfacht ausgedrückt, auf alle Pkw eingehoben die zum ersten Mal im Inland zum Verkehr zugelassen werden. Dies betrifft alle 30.000 Neufahrzeuge die im Zuge der Ökoprämie verkauft wurden. Ebenfalls ist die Mehrwertsteuer beim Kauf eines Neufahrzeuges zu entrichten.

Im weiteren Verlauf wird anhand der Vorgaben des Normverbrauchsabgabegesetz – NoVAG 1991 (StF: BGBl. Nr. 695/1991, vgl. [51]) versucht die Abgabenhöhe durch die NoVA zu berechnen. Des Weiteren wird eine Abschätzung der Mehrwertsteuer vorgenommen. Diese Berechnung bezieht sich nur auf die Benzin und Diesel getriebenen Pkw.

Die größte Hürde hierbei ist die Bemessungsgrundlage für die NoVA zu definieren. Die Bemessungsgrundlage ist im Allgemeinen der gemeine Wert, im Falle der Ökopremienfahrzeuge entspricht dies dem Anschaffungswert, da die Neufahrzeuge bei einem inländischen Händler gekauft wurden. Da es nicht möglich ist den Anschaffungswert für jedes der 30.000 Neufahrzeuge zu eruieren, wurden für jede Fahrzeugklasse Nettoneuwagenpreise angenommen.

Zur Bestimmung des Steuersatzes wird laut Normverbrauchsabgabegesetz der Kraftstoffverbrauch nach MVEG (Motor Vehicle Emissions Group)-Zyklus als Grundlage herangezogen. Unter den Neufahrzeugen befinden sich auch Fahrzeuge, bei denen der Kraftstoffverbrauch nicht nach dem MVEG-Zyklus bestimmt wurde. Diese Fahrzeuge wurden vereinfacht als nach dem MVEG-Zyklus getestet angenommen.

Die NoVA wird nicht als Teil der Bemessungsgrundlage für die Mehrwertsteuer angesehen und erhöht sich deshalb um 20 %.

Der Steuersatz der NoVA berechnet sich folgendermaßen (vgl. [51]):

- Benzin-Pkw  
(Kraftstoffverbrauch in L/100km – 3 L) \* 2 %
- Diesel-Pkw  
(Kraftstoffverbrauch in L/100km – 2 L) \* 2 %

Im NoVAG ist ein Bonus-Malus-System definiert, welches emissionsarme Pkw begünstigt und emissionsreich Pkw benachteiligt. Die Vorgaben für dieses System sind Folgend erläutert.

Bonus-Malus-System (vgl. [51]):

- **Bonus:**
  - CO<sub>2</sub>-Ausstoß < 120 g/km - 300 Euro
  - Benzin-Pkw:**  
NO<sub>x</sub>-Ausstoß < 60 mg/km und  
Partikel-Emissionen < 0,005 g/km - 200 Euro
  - Diesel-Pkw:**  
NO<sub>x</sub>-Ausstoß < 80 mg/km und  
Partikel-Emissionen < 0,005 g/km - 200 Euro
- **Malus:**
  - CO<sub>2</sub>-Ausstoß > 180 g/km + 25 Euro je g/km darüber

Die Summe der Steuerverminderung darf den Betrag von 500 Euro nicht übersteigen. Es kann überdies zu keiner „negativ“ Steuer bzw. Gutschrift kommen.

In Tabelle 127 sind die angenommen Nettoneuwagenpreise für die einzelnen Fahrzeugklassen sowie die daraus resultierenden Steuern ersichtlich. Die NoVA ist inklusive 20 % Zuschlag angegeben, da sie nicht in die Bemessungsgrundlage für die MwSt eingerechnet ist. Ebenfalls ausgewiesen ist der Prozentsatz den die NoVA vom Nettoneuwagenpreis beträgt. Die MwSt errechnet sich aus 20 % des Nettoneuwagenpreises.

Tabelle 127: Steuereinnahmen beim Neufahrzeugkauf durch NoVA und MwSt

Steuereinnahmen durch den Fahrzeugkauf <sup>1</sup>						
Fahrzeugklasse	Anzahl Neu-Pkw <sup>2</sup>	Nettoneuwagenpreis		NoVA <sup>4</sup> [Tsd. €]	NoVA <sup>5</sup> [%]	MwSt <sup>6</sup> [Tsd. €]
		pro Pkw <sup>3</sup> [€]	Gesamt [Tsd. €]			
Minis	3.209	11.600	35.299	310	0,9%	7.060
Kleinwagen	15.426	13.000	200.538	9.672	4,8%	40.108
Kompaktklasse	6.620	14.500	95.990	6.352	6,6%	19.198
Mittelklasse	1.098	26.000	28.548	2.470	8,7%	5.710
Obere Mittelklasse	51	35.000	1.785	195	10,9%	357
Oberklasse	2	80.000	160	30	18,6%	32
Sportwagen	11	26.000	286	33	11,4%	57
Vans	2.632	26.000	68.432	5.601	8,2%	13.686
SUV	950	21.000	19.950	2.179	10,9%	3.990
Sonstige	1	26.000	26	6	22,2%	5
<b>Summe</b>	<b>30.000</b>	<b>15.000<sup>7</sup></b>	<b>451.014</b>	<b>26.847</b>		<b>90.203</b>

1...alle Angaben sind gerundet

2...Anzahl der nicht identifizierten Neufahrzeuge prozentual aufgeteilt

3...angenommene Preise

4...20 % erhöht da nicht Teil der Bemessungsgrundlage für MwSt

5...Anteil am Nettoneuwagenpreis

6...Mehrwertsteuersatz von 20 % 7...gewichteter Mittelwert

Die Ergebnisse dieser Abschätzung haben ergeben, dass der durchschnittliche Neuwagenpreis bei ca. 15.000 Euro lag. Die Gesamten Ausgaben für die Neuwagenkäufe durch die Ökoprämie 2009 betragen in etwa 451 Mio. Euro. Diese Ausgaben von Konsumentenseite waren ein wichtiger Impuls um der Wirtschaftskrise im Jahr 2009 entgegenzuwirken. Die errechnete NoVA schlug mit schätzungsweise 26,8 Mio. Euro zu buche. Ein Betrag in dieser Größenordnung reicht bereits aus um den Anteil der vom Staat ausgeschütteten Prämie (22,5 Mio. Euro) zu decken. Die Mehrwertsteuer, bei dieser Höhe der Nettoneuwagenpreise, würde rund 90,2 Mio. Euro betragen. Das gesamte Steuervolumen durch die NoVA und MwSt zusammen würde also rund 117,5 Mio. Euro betragen. Dies bedeutet, ausgehend von den gesamten Steuereinnahmen durch den Neuwagenkauf, dass der Kauf von 6.000 Neufahrzeugen (20 %), die nur aufgrund der Ökoprämie gekauft wurden, ausreichen würde um die Kosten für des Staats aufzuwiegen.

Diese Betrachtung stellt nur eine Abschätzung dar und kann von den realen Zahlen abweichen.

### 6.1.3 Bewertung der CO<sub>2</sub>-Emissionsänderungen

Würde man die CO<sub>2</sub>-Emissionen direkt mit CO<sub>2</sub>-Zertifikaten die am freien Markt gehandelt werden aufwiegen, könnte durch die Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen eine Einsparung entstehen. In Abbildung 82 ist der Verlauf der CO<sub>2</sub>-Zertifikatspreise im Jahr 2009 dargestellt. Diese Preise für die CO<sub>2</sub>-Zertifikate wurden aus dem Bericht zum Geschäftsjahr 2009 der Energy Exchange Austria (vgl. [52]) entnommen. Diese wiesen einen durchschnittlichen

Preis von 13,25 Euro pro Tonne auf. Es wird darauf hingewiesen, dass es keine signifikanten Unterschiede zu anderen Börsen gab.

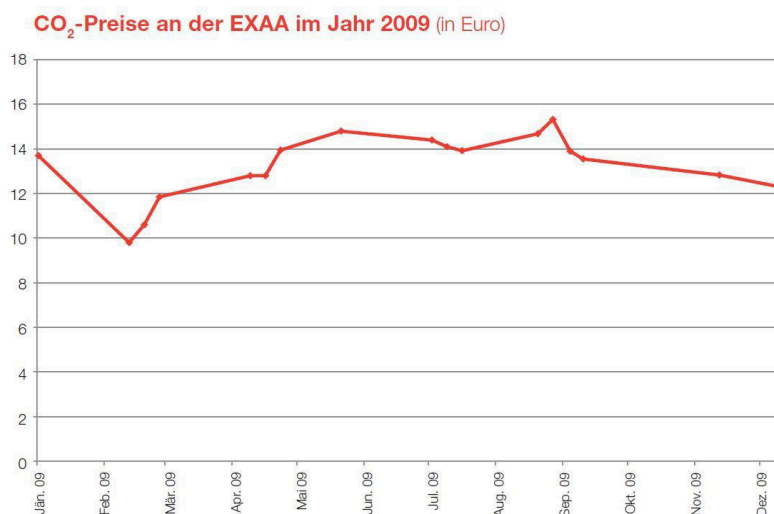


Abbildung 82: Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Zertifikatspreise im Jahr 2009 [52]

In Tabelle 128 werden die Änderungen der CO<sub>2</sub>-Emissionen aus Tabelle 57, von Alt- zu Neufahrzeugen, mit den durchschnittlichen Kosten für CO<sub>2</sub>-Zertifikate im Jahr 2009 zu einer monetären Bewertung vereint. Dies ergab, dass durch die Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen rund 57 Tsd. Euro eingespart worden wären, wenn diese dem Handel unterliegen würden. Diese Summe ist vergleichsweise niedrig, wenn man die gegenüberstehenden Steuereinnahmen betrachtet (siehe Kap. 6.1.1 und 6.1.2).

Tabelle 128: Änderung der Kosten für den Zukauf von CO<sub>2</sub>-Zertifikaten im Jahr 2009

<b>Kosten durch CO<sub>2</sub>-Zertifikate<sup>1</sup></b>		
<b>Bezugsjahr 2009</b>	<b>Benzin</b>	<b>Diesel</b>
gesamte Emissionen [t/a]	+ 857	- 5.064
durchschnittlicher CO <sub>2</sub> -Zertifikatspreis [€/t]	13,52	
gesamte Kosten für CO <sub>2</sub> -Zertifikate [€/a]	+ 11.587	- 68.465
	- 56.879	

1...alle Angaben sind gerundet

#### 6.1.4 Sekundärrohstoff Erlöse bzw. Entsorgungskosten

In diesem Kapitel wird versucht die durch den Verkauf von entstehenden Sekundärrohstoffen und von zur Wiederverwendung geeigneten Teilen generierten Erlöse, sowie die durch Entsorgungskosten für einige Fraktionen entstehenden Aufwände für das Jahr 2009 zu quantifizieren. Diese monetäre Auswertung wird für die in Unterkapitel 5.3 berechneten Massen der Verwertung der Ökopremienfahrzeuge und für die Massen durch Rohstoffabfluss durchgeführt.

Die durch die Berechnungen entstandenen Ergebnisse sind nur in ihrer Größenordnung als aussagekräftig zu erachten. Die Berechnungen wurden nur für ausgewählte Fraktionen durchgeführt und stellen überdies nur eine Momentaufnahme des Jahres 2009 dar. Es

wurden nur mittlere Preise und Kosten für die Fraktionen beachtet. Die Möglichkeit einer Lagerung, für die wertvollen Fraktionen, bis sich der Marktpreis wieder erholt hat, wurde nicht beachtet.

Die verwendeten Daten zur Berechnung der Erlöse und Aufwände (Tonnenpreise) für das Jahr 2009 wurden von Herrn Ing. Walter Kletzmayer, Geschäftsführer der ARGE-Shredder GmbH, zur Verfügung gestellt. [53]

#### **6.1.4.1 Verwertete Ökopremienfahrzeuge**

Die in Unterkapitel 5.3.1 erfolgte Erläuterung der Verwertung der Ökopremienfahrzeuge wird nachfolgend monetär betrachtet. Zur Berechnung der Erlöse und Aufwände wurden die gemittelten Werte, aus der Bandbreite der Massenströme in Tabelle 122 und der Tabelle in Anhang 2, verwendet. Die nicht beachteten Fraktionen sind in ihren Erlösen oder Aufwänden so gering, dass sie das Ergebnis nur geringfügig ändern würden. Dies kann unter anderem daraus resultieren, dass sich Erlöse und Transportkosten aufheben.

In Tabelle 129 sind die Ergebnisse der Berechnung zur monetären Betrachtung der Verwertung der Ökopremienfahrzeuge angeführt. Die zur Berechnung verwendeten Massen der Fraktionen und Teile sind bis auf die SSF und SLF der stofflichen Verwertung und Wiederverwendung zuzuschreiben. Die SSF- und SLF-Anteile der stofflichen Verwertung und Wiederverwertung, der thermischen Verwertung und der Beseitigung sind zusammengefasst. Dies bedeutet, dass die für die weitere Behandlung gegebenenfalls zu erzielenden Erlöse bzw. anfallenden Aufwände aufsummiert sind.

Der allgemeine Aufwand für die Shredderbetriebe setzt sich aus den Verwaltungskosten, den Kosten aus dem Transport und der Shredderbehandlung zusammen. Für die betrachteten Ökopremienfahrzeuge muss noch der Anteil der Shredderbetriebe an der Ökopremie von 70 Euro pro Alt-Pkw hinzugerechnet werden.

Die Summe aller fraktionsbezogener Erlöse und Aufwände durch die verwerteten Ökopremienfahrzeuge (ohne die allgemeinen Aufwände) war positiv und betrug rund 5,9 Mio. Euro. Werden die allgemeinen Aufwände hinzugerechnet, ergibt dies ein Minus von rund 730 Tsd. Euro. Diese Berechnung ist, wie einleitend erläutert, nur für die mittleren Massen aus der Ökopremienfahrzeugverwertung gültig. Die Ergebnisse der gesamten Bandbreite, in der sich die Erlöse und Aufwände befinden können, ist in Anhang 3 ersichtlich.

Tabelle 129: Erlöse und Aufwände durch die Verwertung der Ökopremienfahrzeuge

<b>Allgemeiner Aufwand für Shredderbetriebe pro Alt-Pkw<sup>1</sup></b>			
	<b>Aufwand pro Alt-Pkw [€]</b>	<b>Aufwand für 30.000 Alt-Pkw [€]</b>	
<b>Anteil der Shredderbetriebe an der Ökopremie</b>	- 70	- 2.100.000	
Transport und Shredderbehandlung	- 150	- 3.300.000	
Verwaltungskosten	- 40	- 1.200.000	
<b>Summe</b>	<b>- 220</b>	<b>- 6.600.000</b>	
<b>Fraktionsbezogener Erlös bzw. Aufwand<sup>1</sup></b>			
Basis Vorbehandlung und Trockenlegung: Mittelwert Tabelle Anhang 2 (Massen) Basis Shredder-Prozess und Aufbereitung der Fraktionen: Mittelwerte Tabelle 122 (Massen)	<b>Erlös bzw. Aufwand [€/t]</b>	<b>Erlös bzw. Aufwand pro Alt-Pkw [€]</b>	<b>Erlös bzw. Aufwand für 30.000 Alt-Pkw [€]</b>
Anlasser, div. Aggregate, div. Bauteile (Metall), Felgen, Getriebe	+ 400	+ 21	+ 618.000
Lichtmaschine, Motor, Schwingungsdämpfer	+ 400	+ 14	+ 434.000
Starterbatterie	+ 200	+ 3	+ 96.000
Reifen ohne Felge <sup>2</sup>	+ 250	+ 7	+ 198.000
Katalysator	+ 5.000	+ 36	+ 1.085.000
<b>Summe Vorbehandlung und Trockenlegung</b>	<b>+ 81</b>	<b>+ 81</b>	<b>+ 2.431.000</b>
Eisen	+ 95	+ 61	+ 1.828.000
NE-Metalle <sup>3</sup>	+ 1.970	+ 86	+2.577.000
Shredderschwerfraktion	- 140	- 9	- 263.000
Shredderleichtfraktion	- 140	- 23	- 701.000
<b>Summe Shredder-Prozess und Aufbereitung</b>	<b>+ 115</b>	<b>+ 115</b>	<b>+ 3.442.000</b>
<b>Summe Erlöse und Aufwände<sup>1</sup></b>			
<b>Summe der fraktionsbezogenen Erlöse u. Aufwände</b>	<b>+ 196</b>	<b>+ 196</b>	<b>+ 5.873.000</b>
<b>Summen der allgemeinen und fraktionsbezogenen Erlöse und Aufwände</b>	<b>- 24</b>	<b>- 24</b>	<b>- 727.000</b>

1...alle Angaben sind gerundet 2...nur stoffliche Verwertung und Wiederverwendung

3...70% Alu (1.100 €/t), 30% Rotmetalle (4.000 €/t)

#### 6.1.4.2 Rohstoffabfluss ins Ausland

In diesem Unterkapitel wird versucht den Abfluss von Rohstoffen durch nicht in Österreich behandelte Altfahrzeuge näherungsweise monetär auszuwerten. Für eine ganzheitliche Betrachtung müssten die möglichen Verkaufserlöse dieser Altfahrzeuge, welche je nach Zustand des Altfahrzeugs unterschiedlich sind und die daraus resultierenden Steuereinnahmen in Betracht gezogen werden.

Die Grundlagen für diese monetäre Auswertung bilden die in Unterkapitel 5.3.3 errechneten Massen des Rohstoffabflusses ins Ausland. Als Basis der Erlöse und Aufwände wurden die unteren Werte pro Alt-Pkw aus der errechneten Bandbreite in Anhang 3 verwendet. Diese

Annahmen wurden gewählt, da diese Werte aus dem Mittelwert über alle in Österreich geshredderten Altfahrzeuge errechnet wurden und somit wahrscheinlich die größte Aussagekraft besitzen.

Die Vorgehensweise der Auswertung beruht auf demselben Schema wie die Auswertung in Unterkapitel 6.1.4.1. In dieser Auswertung haben sich allerdings die allgemeinen Aufwände geändert. Der Posten für den Beitrag zur Ökopremie wurde nicht beachtet und die Kosten für den Transport und die Shredderbehandlung, sowie die Verwaltungskosten wurden auf die erhöhte Anzahl an Alt-Pkw angepasst. Dies stellt nur eine Näherung dar.

Die Summe aller fraktionsbezogener Erlöse und Aufwände durch die Verwertung dieser 157.000 Altfahrzeuge im Jahr 2009 (ohne die allgemeinen Aufwände) würde rund 23,8 Mio. Euro einbringen. Werden die allgemeinen Aufwände hinzugerechnet, würden 15,4 Mio. Euro an Erlösen entstehen.

Tabelle 130: Erlöse und Aufwände durch nicht in Österreich verwertete Altfahrzeuge

<b>Allgemeiner Aufwand für Shredderbetriebe pro Alt-Pkw<sup>1</sup></b>		
	<b>Aufwand pro Alt-Pkw [€]</b>	<b>Aufwand für 157.000 Alt-Pkw [€]</b>
Transport und Shredderbehandlung	- 40	- 6.103.000
Verwaltungskosten	- 15	- 2.219.000
<b>Summe</b>	<b>- 54</b>	<b>- 8.322.000</b>
<b>Fraktionsbezogener Erlös bzw. Aufwand<sup>1</sup></b>		
Basis Vorbehandlung und Trockenlegung: untere Werte Tabelle Anhang 2 (Massen) und untere Werte Tabelle Anhang 3 (Erlöse & Aufwände) Basis Shredder-Prozess und Aufbereitung der Fraktionen: Werte Tabelle 124 (Massen) und untere Werte Tabelle Anhang 3 (Erlöse & Aufwände)		<b>Erlös bzw. Aufwand für 157.000 Alt-Pkw [€]</b>
Anlasser, div. Aggregate, div. Bauteile (Metall), Felgen, Getriebe		+ 2.442.000
Lichtmaschine, Motor, Schwingungsdämpfer		+ 1.716.000
Starterbatterie		+ 379.000
Reifen ohne Felge <sup>2</sup>		+ 784.000
Katalysator		+ 4.292.000
<b>Summe Vorbehandlung und Trockenlegung</b>		<b>+ 9.612.000</b>
Eisen		+ 7.229.000
NE-Metalle <sup>3</sup>		+10.191.000
Shredderschwerfraktion		- 1.039.000
Shredderleichtfraktion		- 2.771.000
<b>Summe Shredder-Prozess und Aufbereitung</b>		<b>+ 13.611.000</b>
<b>Summe Erlöse und Aufwände<sup>1</sup></b>		
<b>Summe der fraktionsbezogenen Erlöse und Aufwände</b>		<b>+ 23.222.000</b>
<b>Summen der allg. und fraktionsbezogenen Erlöse und Aufwände</b>		<b>+ 14.900.000</b>

1...alle Angaben sind gerundet 2...nur stoffliche Verwertung und Wiederverwendung

3...70% Alu (1.100 €/t), 30% Rotmetalle (4.000 €/t)



## 6.2 Auswirkungen auf die personenbezogene Sicherheit

Die personenbezogene Sicherheit ist rein wirtschaftlich gesehen, aufgrund der Folgekosten im Gesundheitssystem durch Personenschäden, nur schwer zu beziffern. Überdies kann ein Menschenleben nie wirtschaftlich betrachtet werden. Im folgenden Unterkapitel wird herausgearbeitet, dass durch neue und verbesserte Sicherheitstechnologien, der Schutz für die Insassen von Pkw gesteigert wurde.

Das Risiko, bei einem Straßenverkehrsunfall getötet oder verletzt zu werden, ist aus mehreren Gründen rückläufig. Die Verbesserung des Straßenwesens, des Rettungswesens der Notfallmedizin, aber auch Maßnahmen der Fahrzeughersteller tragen zur Erhöhung der Fahrzeugsicherheit bei. In den letzten Jahren wurden die größten Fortschritte im Bereich der unfallfolgemildernden Sicherheit erreicht. Als Beispiel kann die stetige Entwicklung der Rückhaltesysteme vom einfachen Sicherheitsgurt zu aufwendigen Mehrkomponentensystemen mit Gurtstraffer, Gurtbegrenzer und vielfältigen Airbagsystemen genannt werden. [54]

Es existieren zwei grundlegende Begriffe von Sicherheit für Pkw, die passive und die aktive. Die passive Sicherheit betrifft alle konstruktiven Maßnahmen, die zur Erhöhung der Sicherheit für die Fahrzeuginsassen dienen. Zu diesen Maßnahmen zählen unter anderem Gurtsysteme, Airbags, die verformungssteife Fahrgastzelle, sowie Deformationszonen in Front und Heck. Unter der aktiven Sicherheit versteht man alle Systeme, die aktiv in das Fahrgeschehen eingreifen und somit helfen Unfälle zu vermeiden. Hierunter fallen z.B. das ESP (Elektronisches Stabilitätsprogramm) oder das ABS (Antiblockiersystem). Die wichtigsten Aspekte der aktiven Sicherheit sind die Fahrstabilität (Fahrwerksauslegung hinsichtlich Antriebskonzept, Federung und Kurvenstabilität; Lenkpräzision, Bremsleistung und Bremsstabilität), Konditionssicherheit (Belastung der Insassen durch Schwingungen des Fahrzeugs; Geräusche von Fahrwerk und Motor sowie klimatische Einflüsse), Wahrnehmungssicherheit (Auslegung der Beleuchtungseinrichtungen am Fahrzeug; Sichtverhältnisse z.B. Rundumsicht) und Bedienungssicherheit (gute Ergonomie; logisch richtige Anordnung aller Bedienungshebel und Schalter). [55]

Allgemein hat sich die Sicherheitstechnologie in den letzten Jahrzehnten deutlich verbessert und ist auf dem Weg zur integralen Fahrzeugsicherheit (ineinandergreifende passive und aktive Sicherheit). Diese Entwicklung ist in Abbildung 83 und Abbildung 84 ersichtlich.

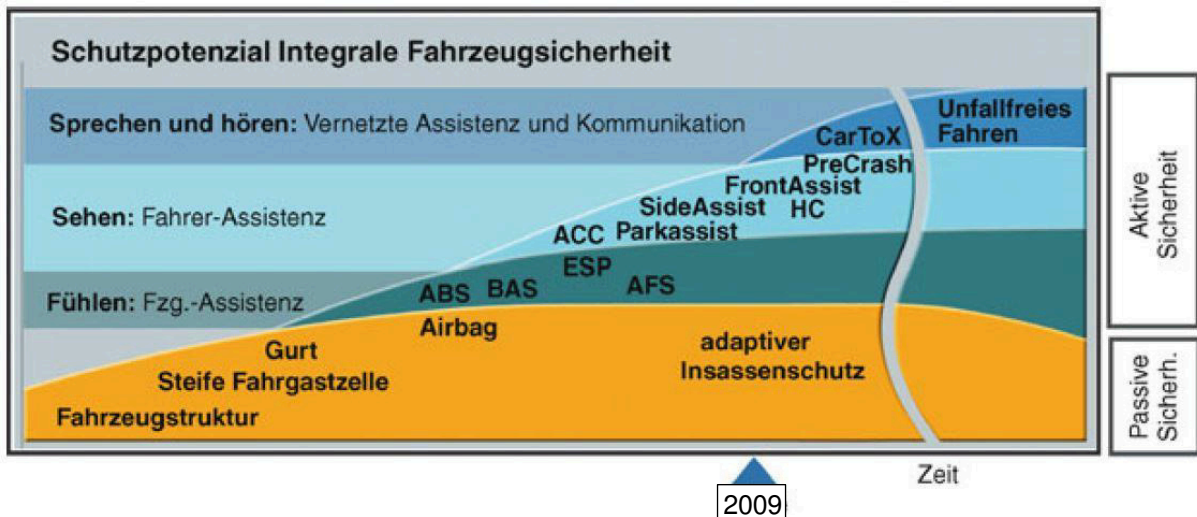


Abbildung 83: Entwicklung des Schutzpotenzials der integralen Fahrzeugsicherheit [54]

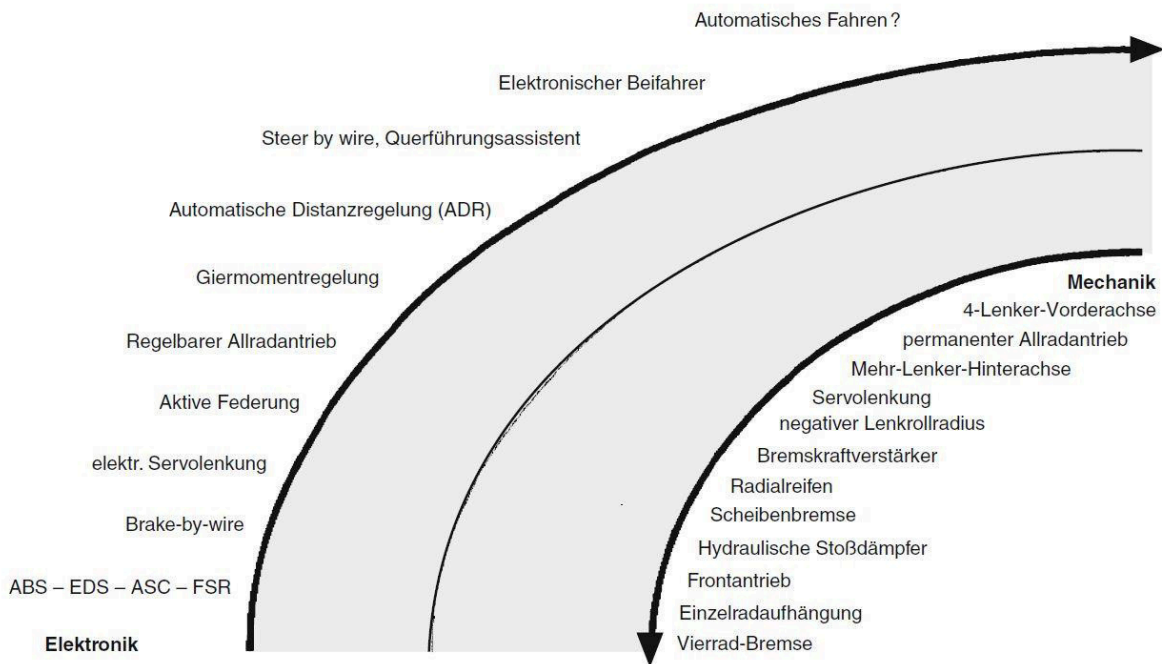


Abbildung 84: Maßnahmen zur Unfallvorbeugung im Bereich Fahrdynamik [54]

Die angesprochene Reduktion des Risikos, bei einem Straßenverkehrsunfall getötet oder verletzt zu werden, kann mittels der Daten aus Statistik Austria belegt werden. Es wurde ein Rückgang der Unfallzahlen in Österreich verzeichnet, obwohl sich die Anzahl der gesamten Kfz im gleichen Zeitraum (1992 bis 2011) erhöhte (siehe Abbildung 85).

Der in Abbildung 85 ersichtliche Schwund des gesamten Kfz-Bestandes von 2001 auf 2002 resultiert aus einem Bestandsabgleich der Statistik Austria und dem VVO und einer Überarbeitung der statistischen Methodik. [15]

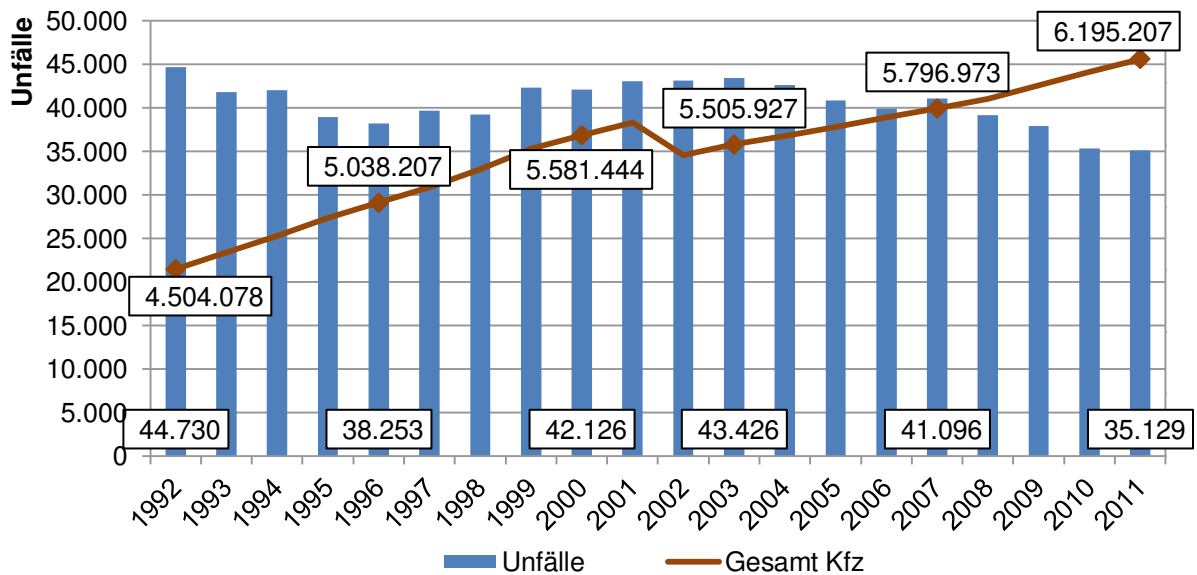


Abbildung 85: Gesamter Kfz- Bestand und Straßenverkehrsunfälle von 1992 bis 2011 in Österreich [16], [56]

Wenn man die in Abbildung 86 angeführte Unfallstatistik für den österreichischen Straßenverkehr betrachtet, kann man eindeutig feststellen, dass die Todesfälle, welche aus Verkehrsunfällen resultieren, einen bedeutenden Rückgang aufweisen. Dies ist unter anderem auf die verbesserte Fahrzeugsicherheit zurückzuführen. Die Verletzten pro Unfall sind für den betrachteten Zeitraum (1992 bis 2011) in etwa gleichbleibend.

Durch die Ökoprämie wurden 30.000 Altfahrzeuge durch Neufahrzeuge ersetzt, wobei die Neufahrzeuge, aufgrund des Altersunterschieds von mind. 13 Jahren, eine bessere Ausstattung hinsichtlich der Sicherheitsstandards und -technologien aufweisen.

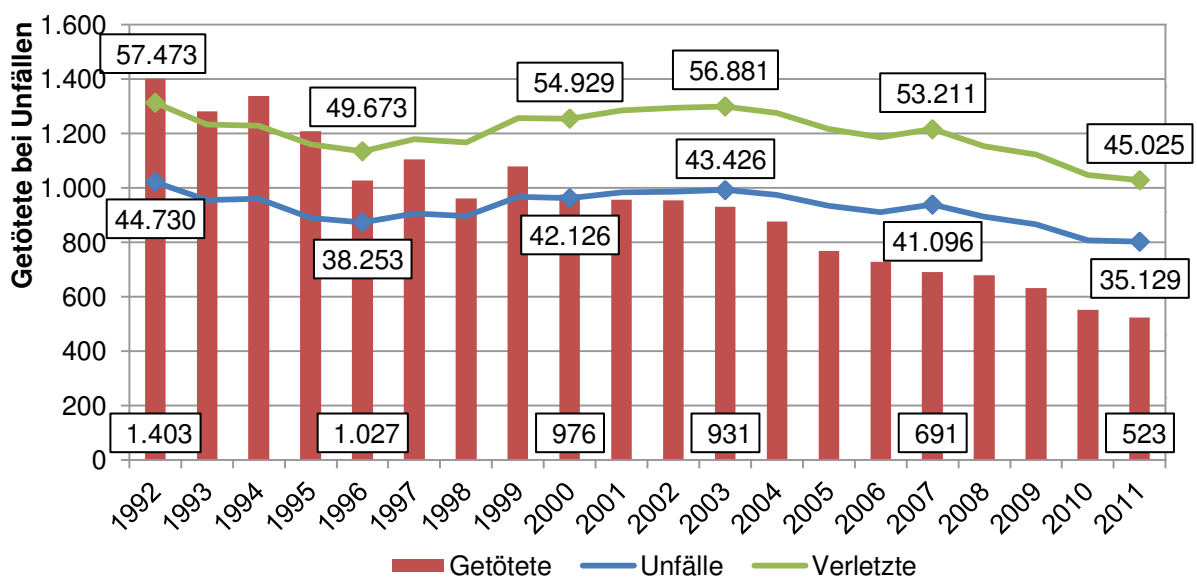


Abbildung 86: Unfallstatistik im österreichischen Straßenverkehr von 1992 bis 2011 [56]

## 7 Ergebnisse / Diskussion

Ziel dieser Masterarbeit war es, die Auswirkungen der Ökoprämie 2009 auf verschiedene Wirkungsbereiche zu untersuchen. In der Zielsetzung wurden diese Wirkungsbereiche in allgemeine, ökologische und volkswirtschaftliche Aspekte unterteilt. In diesem Kapitel soll nun ein Abgleich der Ergebnisse mit diesen Zielsetzungen durchgeführt werden.

### 7.1 Allgemeine Aspekte

Innerhalb der Europäischen Union wurden im Jahr 2009 diverse Prämiensysteme zur Verschrottung von Altfahrzeugen eingeführt. In Unterkapitel 2.3 werden zwölf solcher Prämiensysteme erläutert, wobei auf fünf näher eingegangen wird. Der Vergleich der österreichischen Ökoprämie 2009 mit den fünf näher betrachteten Prämiensystemen ist in Tabelle 131 ersichtlich.

Tabelle 131: Ausgewählte Verschrottungsprämien im Jahr 2009 in Europa [11]

Land	Fahrzeuganzahl	Budget [Euro]	Anteil Staat
Österreich	30 Tsd.	45 Mio.	50 %
Deutschland	2 Mio. (ca. 1,95 Mio.)	5.000 Mio.	100 %
Italien	keine Beschränkung (472 Tsd. bis 31.08.2009)	unbegrenzt	100 %
Frankreich	keine Beschränkung (ca. 600 Tsd. Ende 2009)	unbegrenzt (ca. 600 Mio. Ende 2009)	100 %
Rumänien <sup>1</sup>	60 Tsd. (ca. 32 Tsd.) <sup>1</sup>	ca. 56 Mio. (228 Mio. Lei) (ca. 30 Mio.; 122,8 Mio. Lei) <sup>1</sup>	100 %
Slowakei	44,2 Tsd.	55,3 Mio.	100 %

1... Prämie wurde nicht voll ausgeschöpft

Die Ökoprämie hat in Österreich zu einer positiven Entwicklung bei den Neuzulassungen im Jahr 2009 geführt (+ 8,75 % im Vergleich zu 2008). 2010 steigerten sich die Neuzulassungen abermals (+ 2,87 % im Vergleich zu 2009) und wiesen keinen Einbruch wie zum Beispiel in Deutschland (- 23,40 % im Vergleich zu 2009) auf (siehe Unterkapitel 2.5).

### Diskussion

Der Umfang (Budget, Fahrzeuganzahl) der Ökoprämie in Österreich war im Vergleich anderen Prämiensystemen relativ gering. Dieser kleine Umfang birgt aber den Vorteil, dass Vorzugskäufe in Grenzen gehalten wurden und somit das Wachstum der Neuwagenkäufe in den Folgejahren nicht massiv geschwächt wurde (z.B. Deutschland). Die meisten Prämiensysteme wurden von den Staaten alleine getragen, im Falle der österreichischen Ökoprämie 2009 beteiligte sich die Wirtschaft mit 50 % der Kosten, was die finanzielle Last auf mehrere Schultern verteilte.

## 7.2 Ökologische Aspekte

### Kraftstoffverbrauch und Emissionen

Wie in Kapitel 4 umfangreich beschrieben, konnten durch den Vergleich von Alt- und Neufahrzeugen folgende Ergebnisse (siehe Tabelle 132) erzielt werden.

Tabelle 132: Gesamte Verbrauchs- bzw. Emissionsreduktion durch Benzin- und Diesel-Pkw

Gesamter Verbrauch / Emissionen <sup>1</sup>				
	Altfahrzeuge	Neufahrzeuge	Differenz	Differenz [%]
Kraftstoff [t/a]	20.217	18.882	- 1.334	- 6,6 %
Kraftstoff [m <sup>3</sup> /a]	26.263	24.697	- 1.566	- 6,0 %
PN [Anzahl/a]	7,4*10 <sup>21</sup>	3,7*10 <sup>21</sup>	- 3,7*10 <sup>21</sup>	- 50,5 %
PM [t/a]	17,6	3,2	- 14,4	- 81,6 %
CO <sub>2</sub> [t/a]	63.743	59.536	- 4.207	- 6,6 %
CO [t/a]	1.846	392	- 1.454	- 78,7 %
SO <sub>2</sub> [kg/a]	404,3	377,6	- 26,7	- 6,6 %
NH <sub>3</sub> [t/a]	18,6	10,4	- 8,2	- 44,2 %
NO <sub>x</sub> [t/a]	358,7	62,7	- 296,0	- 82,5 %
HC [t/a]	250,5	47,5	- 203,0	- 81,1 %

1...alle Angaben sind gerundet

Aus der vorigen Tabelle geht hervor, dass es durch die Ökoprämie 2009 zu einer Einsparung des gesamten Kraftstoffverbrauchs um rund 1.334 Tonnen bzw. etwa 1.556 Kubikmeter kommt. Die mit dem Kraftstoffverbrauch direkt verbundenen Emissionen an CO<sub>2</sub> und SO<sub>2</sub> werden um ca. 4.207 Tonnen bzw. 26,7 Kilogramm reduziert. Bei den Partikelemissionen werden bei deren Anzahl ca. 3,7\*10<sup>21</sup> Partikel und mengenmäßig etwa 14,4 Tonnen eingespart. Die CO-Emissionen sinken um ca. 1.454 Tonnen und die NH<sub>3</sub>-Emissionen verzeichnen einen Rückgang um rund 8,2 Tonnen. Überdies werden etwa 296 Tonnen und ca. 209 Tonnen an NO<sub>x</sub>- bzw. HC-Emissionen eingespart.

### Diskussion

Es muss zu diesen Ergebnissen angemerkt werden, dass aufgrund der lückenhaften Datenlage, die Altfahrzeuge zu rund 81 % und die Neufahrzeuge zu rund 96,5 % mit tatsächlichen Daten hinterlegt sind. Die fehlenden Daten (ca. 19 % bei Altfahrzeugen bzw. 3,5 % bei Neufahrzeugen) wurden anteilmäßig hochgerechnet. Basierend auf dieser Erkenntnis, können die erzielten Werte (vgl. Tabelle 132) als sehr gute Größenordnungen verstanden werden.

Es ist zu beachten, dass die wesentlichsten Reduktionen durch die Ökoprämie 2009 bei den durch die Euroemissionsklassen gesetzlich limitierten Emissionen (Partikel, CO, NO<sub>x</sub> und HC) zu verzeichnen sind. Einen erheblich positiven Beitrag zur Reduktion der Partikelemissionen hatte der Tausch von alten Diesel-Pkw mit neuen Benzin-Pkw (bis zu 73-mal niedrigere Partikelemissionen). Die Anzahl der Diesel-Pkw verringerte sich um rund 2.000 Fahrzeuge im Zuge der Ökoprämie 2009.

Die Reduktion des Kraftstoffverbrauchs mit rund 6,6 % ist beachtlich, jedoch wurden bei Untersuchungen zur Verschrottungsprämie in Deutschland [10] eine wesentlich höhere Reduktion von ca. 20 % ermittelt. Die Diskrepanz zwischen diesen zwei Werten kann unter anderem von der bereits erwähnten Datenunsicherheit herrühren.

### Verwertung der Ökopremienfahrzeuge

Die Verwertungsaspekte gemäß Altfahrzeugeverordnung [5], unterteilt in Wiederverwendung und stoffliche bzw. thermische Verwertung sowie Beseitigung, sind umfangreich in Kapitel 5 erläutert. Es ergeben sich für die im Zuge der Ökopremie verwerteten 30.000 Altfahrzeuge die in Tabelle 133 angeführten Mengen.

Tabelle 133: Mengen aus der Verwertung der 30.000 Altfahrzeuge

	Bandbreite [t]	Mittelwert [t]
stoffliche Verwertung und Wiederverwendung	21.064 – 33.273	27.169
thermische Verwertung	3.380 – 5.339	4.360
Beseitigung	1.035 – 1.636	1.336

Aus voriger Tabelle ist zu entnehmen, dass durch die Ökopremie 2009 zwischen 21.064 und 33.273 Tonnen zur stofflichen Verwertung und Wiederverwendung, sowie zwischen 3.380 und 5.339 Tonnen zur thermischen Verwertung gewonnen wurden. Die Menge an zur Beseitigung bestimmten Fraktionen, die bei der Verwertung der Altfahrzeuge entstanden, bewegen sich im Rahmen zwischen 1.035 und 1.636 Tonnen.

Der Rohstoffabfluss durch nicht in Österreich verwertete Altfahrzeuge im Jahr 2009 (ca. 153.000 Altfahrzeuge) wird mit etwa 107.428 Tonnen für die stoffliche Verwertung und Wiederverwendung, sowie ca. 17.240 Tonnen für die thermische Verwertung beziffert. Jedoch würden durch eine Verwertung in Österreich rund 5.283 Tonnen zur Beseitigung entstehen.

### Diskussion

Durch die große Diskrepanz zwischen dem mittleren Eigengewicht laut Typenschein der Altfahrzeuge in der Verwertungsquotenmeldung der Österreichischen Shredder aus dem Jahr 2009 und dem mittleren gewichteten Eigengewicht aus den Daten des VVO können die durch die Verwertung der Altfahrzeuge anfallenden Mengen nur in einer Bandbreite angegeben werden (siehe Tabelle 133). Der Mittelwert dieser Bandbreite kann als Größenordnung herangezogen werden.

Durch die Ökopremie 2009 wurden deutlich mehr Altfahrzeuge in die Verwertungskette eingebracht (2008: rund 62.000 Pkw; 2009: rund 91.000 Pkw). Die gesetzlich vorgeschriebene Verwertung der Altfahrzeuge in Österreich hat sich als äußerst wirkungsvoll erwiesen. Die Verwertung in Österreich stellt überdies einen wichtigen Beitrag zur Rohstoff- und Ressourcensicherheit dar.



Die im Vergleich zu den Ökoprämienaltfahrzeugen nicht in Österreich verwerteten Altfahrzeuge stellen ein wesentlich größeres ungenutztes Rohstoffpotenzial dar.

### 7.3 Volkswirtschaftliche Aspekte

Die in Kapitel 6 ausführlich behandelten volkswirtschaftlichen Aspekte gliedern sich in eine monetäre Bewertung und eine Betrachtung der Sicherheitsentwicklung.

Die Ergebnisse der monetären Bewertung sind in Tabelle 134 ersichtlich. Durch den Rückgang des Kraftstoffverbrauchs kommt es, bezogen auf die mittleren Kraftstoffpreise 2009, zu einer Minderung der Einnahmen durch die MöSt von etwa 0,7 Mio. Euro. Eine positive Entwicklung verzeichnen die NoVA und die MwSt durch den Neuwagenkauf, mit Mehreinnahmen für den Staat von etwa 26,8 Mio. bzw. ca. 90,2 Mio. Euro.

Mit dem durchschnittlichen CO<sub>2</sub>-Zertifikatspreis aus dem Jahr 2009 hat die Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen durch die Ökoprämie eine Einsparung von rund 57 Tsd. Euro zur Folge.

Die durch die Verwertung der Ökoprämienaltfahrzeuge entstandenen Fraktionen, hätten bei den Marktpreisen 2009 (positive sowie negative) einen gesamten Erlös zwischen 4,5 Mio. und 7,2 Mio. Euro erbracht.

Tabelle 134: Ergebnisse der monetären Bewertung der Ökoprämie 2009

<b>Steuerentwicklung<sup>1</sup></b>	
Mineralölsteuer (MöSt)	- 0,7 Mio. Euro (- 1.5 Mio. Euro für Kraftstoffkauf)
Normverbrauchsabgabe (NoVA)	+ 26,8 Mio. Euro
Mehrwertsteuer (MwSt)	+ 90,2 Mio. Euro (bei Neuwagenkauf)
<b>Kosten für CO<sub>2</sub>-Zertifikate<sup>1</sup></b>	
CO <sub>2</sub> -Zertifikate	- 57 Tsd. Euro
<b>Verwertung 30.000 Ökoprämienaltfahrzeuge<sup>1</sup></b>	
Sekundärrohstoffe nur Fraktionen <sup>2,3</sup>	+ 4,5 Mio. bis + 7,2 Mio. Euro
<b>Rohstoffabfluss nicht in Ö. verwertet<sup>1</sup></b>	
Sekundärrohstoffe nur Fraktionen <sup>3</sup>	23,2 Mio. Euro

1...alle Angaben sind gerundet

2...abhängig von den Mengen aus der Verwertung (Bandbreite)

3...bezogen auf Marktpreise 2009, Lagermöglichkeit nicht miteinbezogen

Mittels des Fahrzeugtauschs von Altfahrzeugen durch Neufahrzeuge mit moderner Sicherheitstechnik wurde ein Beitrag zur Erhöhung der Personensicherheit im Straßenverkehr geleistet. Trotz einer stetigen Zunahme der Anzahl an Kfz im Straßenverkehr ist die Anzahl der Verkehrstoten von 2001 (958 Personen) auf 2011 (523 Personen) um 435 Personen (ca. 45 %) gesunken.

#### Diskussion

Die monetären Ergebnisse, welche auf den ökologischen Aspekten beruhen (MöSt, CO<sub>2</sub>-Zertifikate und Sekundärrohstoffe), sprich der Emissionsminderung und der Verwertung der

Altfahrzeuge, unterliegen denselben Datenunsicherheiten und können nur als Größenordnung betrachtet werden.

Für die Bewertung der NoVA wurden aufgrund der Datenmenge Vereinfachungen bezüglich der Bemessungsgrundlage vorgenommen. Die MwSt durch den Neuwagenkauf beruht auf einem angenommenen Nettoneuwagenpreis pro Fahrzeugklasse. Diese Annahmen und Vereinfachungen wurden getroffen, da bei dieser monetären Bewertung nur die Größenordnung von Interesse ist.

Der wesentliche monetäre Aspekt der Ökoprämie stellt der Neuwagenkauf (NoVA, MöSt) mit Steuereinnahmen von rund 117 Mio. Euro dar.

Die steigende Personensicherheit im Straßenverkehr kann mittels Unfallstatistik belegt werden. Jedoch kann dies nicht nur auf die Ökoprämienfahrzeuge zurückgeführt werden, da diese nur rund 0,7 % des Pkw-Bestandes im Jahr 2009 stellen. Weiters hat die Verbesserung des Straßenwesens, des Rettungswesens und der Notfallmedizin einen großen Beitrag zur Verbesserung der Verkehrssicherheit geleistet.

## 7.4 Empfehlungen

Im Falle einer Neuauflage der Ökoprämie werden folgende Empfehlungen ausgesprochen:

- **Erweiterung der Stückzahlbeschränkung** auf ein Niveau, das über 0,7 % des Fahrzeugbestandes liegt.  
→ Steigerung der ökologischen und sicherheitstechnischen Aspekte
- **Vorgaben zum CO<sub>2</sub>-Ausstoß der Neufahrzeuge.**  
→ wesentliche Steigerung der ökologischen Aspekte
- **Einheitliche Datenerfassung** für die Altfahrzeuge vor Prämienbewilligung.

Zu erfassende Daten:

- Eigengewicht laut Typenschein
- Kraftstoffverbrauch / CO<sub>2</sub>-Emissionen
- Limitierte Emissionen:
  - Partikelemissionen
  - CO-Emissionen
  - NO<sub>x</sub>-Emissionen
  - HC-Emissionen
  - weitere Emissionen (je nach Stand der Rechtslage)

Die Datenabgabe muss einheitlich und verpflichtend für einen positiven Prämienantrag sein. Ein solcher Nachweis kann als eine Art „Ökocheck“ für die Altfahrzeuge durchgeführt werden.

→ Anhand einer soliden Datenlage kann eine zukünftige Ökoprämie mit wesentlich geringeren Unsicherheiten auf ihre Auswirkungen hin untersucht werden.



## 8 Zusammenfassung

In diesem Kapitel wird die gesamte Arbeit nochmals zusammengefasst und die wichtigsten Ergebnisse erläutert.

### 8.1 Grundlagen der Ökoprämie

Das Ökoprämiengesetz stellt die rechtliche Grundlage für die Ökoprämie 2009 dar und beinhaltet alle wesentlichen Reglementierungen für deren Umsetzung. Die wichtigste Rechtsmaterie für die Auswertung der ökologischen Aspekte sind diverse Richtlinien der Europäischen Union, in welchen die Euroemissionsklassen geregelt sind. Diese regulieren die Abgasemissionen von Pkw, welche stetig auf ein niedrigeres Niveau zustreben. Die für die Verschrottung von Altfahrzeugen nicht unerhebliche Definition des Begriffes Altfahrzeug, sprich ab wann ein Pkw zum Abfall wird, wird für mehrere Länder (Österreich, Deutschland, Vereinigtes Königreich) und auf europäischer Ebene beleuchtet und verglichen. Es gab zum Zeitpunkt der Untersuchung de facto keine andere Definition als die allgemein für Abfall geltende.

Der Aufbau der Ökoprämie 2009 ist, wie bereits erwähnt, im Ökoprämiengesetz festgelegt. Es gab eine Beschränkung der Fahrzeuganzahl von 30.000 Pkw und einen definierten Zeitraum von 1. April bis 31. Dezember 2009, in dem die Ökoprämie beantragt werden konnte. Aufgrund der starken Nachfrage war das volle Kontingent von 30.000 Pkw bereits am 8. Juli 2009 ausgeschöpft. Die Prämie für den Fahrzeugtausch betrug 1.500 Euro und konnte für den Kauf eines Neufahrzeuges oder Jahreswagens (Klasse M1; Abgasklasse Euro 4) bei einem inländischen Fahrzeughändler beantragt werden. Gleichzeitig musste ein für den Verkehr taugliches Altfahrzeug (Begutachtungsplakette gemäß § 57a Kraftfahrzeuggesetz) mit einem Alter von über 13 Jahren (Erstanmeldung vor 1. Jänner 1996) verschrottet werden, wobei der Verschrottungsnachweis vom Fahrzeughändler zu erbringen war. Die 1.500 Euro Prämie pro Fahrzeugtausch wurden zu je einer Hälfte von staatlicher Seite und von Seite der Wirtschaft getragen, wobei der Beitrag der Wirtschaft wiederum zwischen dem Fahrzeugimporteur (500 Euro), dem Fahrzeughändler (180 Euro) und dem Shredderbetrieb (70 Euro) aufgeteilt wurde.

Um einen Vergleich zwischen der Ökoprämie in Österreich und ähnlichen Anreiz-Systemen innerhalb der EU geben zu können, wurden aus zwölf Staaten die ebenfalls im Jahr 2009 eine Verschrottungsprämie ausschütteten, die Eckdaten dieser Anreiz-Systeme aufgezeigt. Dabei wurden Verschrottungsprämien von fünf in ihrer Größe und Wirtschaftsleistung unterschiedliche Länder (Deutschland, Italien, Frankreich, Rumänien und Slowakei) genauer ausgeführt. Hierbei zeigte sich, dass es teils große Unterschiede zwischen den Prämiensystemen in ihrer Höhe und der zu erfüllenden Bedingungen gab.

In Publikationen, welche sich mit bereits durchgeführten Verschrottungsprämien befassen, werden einhellig die positiven wirtschaftlichen Auswirkungen auf den Automobilmarkt im Jahr 2009 genannt. Teilweise wird aber mit einem Einbruch des Absatzes in den Folgejahren

gerechnet. Weiters werden positive Effekte wie Emissionsminderungen und die Steigerung der Sicherheitsstandards durch die moderneren Neufahrzeuge genannt.

Es wurde eine Zustandserhebung der Fahrzeugbestände in Österreich, Deutschland, der EU und weltweit durchgeführt. Anhand dieser Zustandserhebung wird festgestellt, dass das Potential der Fahrzeuge, welche 2009 aufgrund ihres Alters verschrottet werden hätten können, um rund 30-mal höher war als die tatsächliche Anzahl der verschrotteten Fahrzeuge. Weiters ist der Anteil der über 20 Jahre alten Pkw in den Jahren 2008 bis 2012 stetig gestiegen. Die Neuzulassungen in Österreich im Folgejahr 2010 steigerten sich und erlitten keinen Einbruch. Der österreichische Gebrauchtwagenmarkt wuchs von 2009 auf 2010 geringer als von 2008 auf 2009. Dies ist auf eine generelle Verkleinerung des Gebrauchtwagenmarktes durch zeitgleich in mehreren europäischen Ländern durchgeführte Verschrottungsprämien zurückzuführen. In Deutschland brachen die Neuzulassungen von 2010 mit einem Minus von rund 23 % im Vergleich zu 2009 deutlich ein. Allerdings war der Umfang der Verschrottungsprämie in Deutschland mit ca. 1,95 Mio. Fahrzeugen auch wesentlich größer. Der deutsche Gebrauchtwagenmarkt verzeichnete 2009 ein leichtes Minus, erholte sich aber 2010 wieder und überstieg die Marke von 2008. Aufgrund lückenhafter Daten in den europäischen Statistiken kann nur die grundlegende Aussage getroffen werden, dass sich das Durchschnittsalter der Pkw in Europa von 1993 bis 2011 erhöhte. Der weltweite Verkauf von Pkw und Kfz Gesamt sank im Jahr 2009, erholte sich jedoch 2010 wieder deutlich. Der gesteigerte Absatz ist auf den asiatischen Markt zurückzuführen, welcher 2010 deutlich wuchs.

## 8.2 Datenaufbereitung

Die vom Verband der Versicherungsunternehmen Österreichs (VVO) erhaltenen Daten über die Altfahrzeuge [24] und Neufahrzeuge [25] der Ökoprämie 2009 bedurften einer Aufbereitung bevor sie verwendet werden konnten.

Die Altfahrzeugdaten engten sich von 29.718 Altfahrzeugen (Soll 30.000) auf 24.275 ein, was nur rund 82 % der erhaltenen Daten entspricht. Dabei ergibt sich eine Aufteilung nach den Hauptantriebsarten von rund 73,3 % auf Benzin-Pkw und rund 26,6 % auf Diesel-Pkw. Weiters wird die Verteilung der Altfahrzeuge nach Marken, Größenklassen (Kleinwagen, Kompaktklasse, ...) und Euroemissionsklassen (Euro 0, 1 und 2) aufgelistet.

Die vom VVO erhaltenen Daten der Neufahrzeuge umfassen mit 28.943 Neufahrzeugen zwar weniger als die der Altfahrzeuge, es verblieben nach der Aufbereitung allerdings rund 99,9 % (28.929) der Neufahrzeuge zur Auswertung. Die Datenqualität der Neufahrzeuge ist folglich wesentlich besser. Die Aufteilung der Hauptantriebsarten bei den Neufahrzeugen zeigt mit rund 80,4 % Benzin-Pkw und rund 19,5 % Diesel-Pkw eine Verschiebung von Diesel- zu Benzin-Pkw durch die Ökoprämie. Weiters wird, wie bei den Altfahrzeugen, die Verteilung der Neufahrzeuge nach Marken, Größenklassen (Kleinwagen, Kompaktklasse, ...) und Euroemissionsklassen (Euro 4 und 5) aufgelistet.

### 8.3 Ökologische Aspekte

Die Darstellung und Auswertung der ökologischen Aspekte wurde mittels des „Handbuch für Emissionsfaktoren des Strassenverkehrs 3.1“ (HBEFA) [2], welches vom österreichischen Umweltbundesamt zur Verfügung gestellt wurde, durchgeführt. In Tabelle 135 sind alle aus dem HBEFA untersuchten Emissionsarten und Parameter aufgelistet.

Tabelle 135: Untersuchte Emissionsarten für den Kraftstoffverbrauch, die Partikel und die jeweiligen Abgaskomponenten

Emissionsart	Kraftstoffverbrauch	Partikel		Abgaskomponenten							
		Anzahl	Masse	CO <sub>2</sub>	CO	SO <sub>2</sub>	NH <sub>3</sub>	NO <sub>x</sub>		HC	
								NO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> O	CH <sub>4</sub>	NMHC Benzol
warmer Betriebszustand	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Kaltstart	X		X	X	X	X				X	X
Verdampfung nach Motorabstellen										X	X
Verdampfung infolge von Tankatmung										X	X

Als Methode zur Auswertung der Änderungen durch die Ökopremie wird ein Vergleich zwischen den Alt- und Neufahrzeugen durchgeführt. Hierbei werden die Emissionen der Altfahrzeuge denen der Neufahrzeuge gegenübergestellt und die entsprechende Änderung dokumentiert. Das Ergebnis dieser Auswertung ist die gesamte Änderung von Benzin- und Diesel-Pkw über alle Emissionsarten und den Kraftstoffverbrauch (in Abbildung 87 angeführt). Die Betrachtung der Änderungen der Emissionen und des Kraftstoffverbrauchs von Benzin- und Diesel-Pkw fahrzeugspezifisch und getrennt ist in Unterkapitel 4.4 ersichtlich.

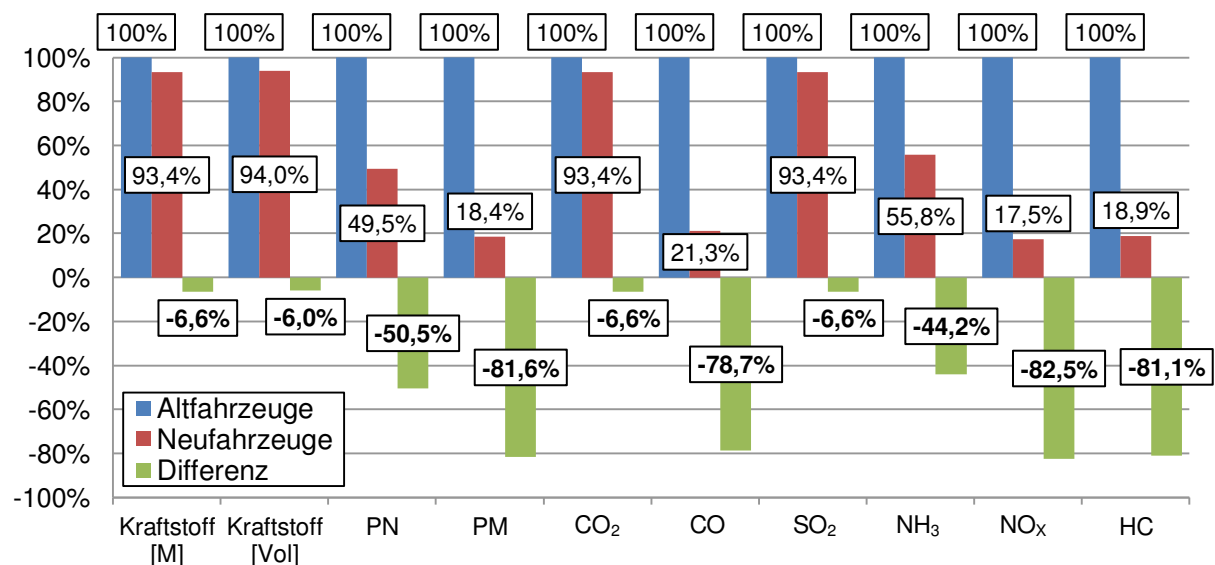


Abbildung 87: Zusammenfassung des gesamten Verbrauchs bzw. der Emissionen durch Benzin- und Diesel-Pkw

Die Gesamtbetrachtung ist von den Benzin-Pkw stärker beeinflusst als von den Diesel-Pkw. Dies ergibt sich aus dem Umstand, dass es unter den Alt- und Neufahrzeugen wesentlich mehr Benzin- als Diesel-Pkw gab (siehe Kap.3).

Die Reduktion der NO<sub>x</sub>- (ca. 83 %), CO- (ca. 79 %) und HC-Emissionen (ca. 81 %) ist der verbesserten Verbrennung in den Neufahrzeugen und zu einem gewissen Anteil dem gesunkenen Kraftstoffverbrauch zuzuschreiben. Die Reduktion der gesamten NO<sub>x</sub>-Emissionen ist zu einem Großteil den Benzin-Pkw beizumessen. Der Rückgang der NH<sub>3</sub>-Emissionen (ca. 44 %) ist zur Gänze den Benzin-Pkw zuzuschreiben, da es bei den Diesel-Pkw praktisch keine Veränderung gab. Die starke Reduktion der gesamten Partikelemissionen (PN ca. 50 % und PM ca. 82 %) ist unter anderem durch die geringere Anzahl an Diesel-Pkw unter den Neufahrzeugen bedingt. Der gesamte Kraftstoffverbrauch, sowie die CO<sub>2</sub>- und SO<sub>2</sub>-Emissionen, sanken um rund 7 %. Die Abweichung der Reduktion des Kraftstoffverbrauchs in Volumsprozent von der in Massenprozent leitet sich von den unterschiedlichen Dichten für Benzin und Diesel ab. In andern Publikationen [10] wird die Reduktion des Kraftstoffverbrauchs mit ca. 20 % angegeben, was hier im Vergleich sehr hoch wirkt.

## 8.4 Verwertung der Ökoprämienaltfahrzeuge

Die für die Altfahrzeugverwertung relevanten Daten, zu den gesamten, in österreichischen Shredderbetrieben, verwerteten Altfahrzeugen werden über das Datenmanagementsystem [altauto.at](http://altauto.at) gesammelt und können somit ausgewertet werden. Aus diesen Daten ist die Anzahl der in Österreich verwerteten Altfahrzeuge, sowie deren durchschnittliches Alter untersucht worden. Mit den Daten der Ökoprämienfahrzeuge lässt sich deren positiver Einfluss auf die Verwertungskette durch deren Einbringung nachweisen.

Anhand der Verwertungsquotenmeldung 2009 der Österreichischen Shredder wird in einer Stoffflussanalyse (siehe Abbildung 79) der Verwertungsweg eines Alt-Pkw dargestellt. Zur Auswertung der Mengen durch die Verwertung im Shredder-Prozess wird ein Eingangsgewicht, sprich Eigengewicht der Altfahrzeuge benötigt. Hierzu wurde mittels der Altfahrzeugdaten des VVO des Eigengewichts ein gewichteter Mittelwert (1.479,63 kg/Alt-Pkw) über die Fahrzeugklassen (Kleinwagen, Kompaktklasse, ...) errechnet. Anhand dieses Mittelwertes aus den VVO-Daten und dem durchschnittlichen Eingangsgewicht aus der Verwertungsquotenmeldung 2009 der Österreichischen Shredder (979,57 kg/Alt-Pkw) kann eine Bandbreite genannt werden, in der sich die durch die Verwertung entstandenen Mengen an Sekundärrohstoffe und Behandlungsabfälle befinden.

Als Mittelwert dieser Bandbreite ergeben sich die folgenden Mengen für 30.000 verwertete Altfahrzeuge:

- |   |            |                   |
|---|------------|-------------------|
| • stoffliche Verwertung u. Wiederverwendung | 27.169 [t] | (21.064 – 33.273) |
| • thermische Verwertung                     | 4.360 [t]  | (3.380 – 5.339)   |
| • Beseitigung                               | 1.336 [t]  | (1.035 – 1.636)   |

Anhand des unteren Wertes der Bandbreite wird überdies dargestellt in welcher Größenordnung sich der Rohstoffabfluss, durch nicht in Österreich Verwertete Altfahrzeuge, bewegt.

## 8.5 Volkswirtschaftliche Aspekte

Die volkswirtschaftlichen Auswirkungen der Ökoprämie 2009 werden aus monetärer Sichtweise über die Steuerentwicklung (MöSt, NoVA, MwSt), den Einfluss der CO<sub>2</sub>-Emissionsänderungen (Zertifikatskäufe) und die durch die Verwertung der Altfahrzeuge entstehenden Ressourcen untersucht. Als nicht monetärer Faktor wird die Entwicklung der personenbezogenen Sicherheit dargestellt.

Durch die Reduktion des Kraftstoffverbrauchs an Benzin und Diesel verringern sich die Ausgaben der Verbraucher für Kraftstoffe um rund 1,5 Mio. Euro. Diese Ersparnis wird mithilfe von durchschnittlichen Kraftstoffpreisen aus dem Jahr 2009 berechnet. Gleichzeitig bedeutet dies einen Rückgang der Mineralölsteuereinnahmen um ca. 692 Tsd. Euro.

Beim Kauf eines Neuwagens sind die NoVA und die MwSt zu entrichten. Die Berechnung der Höhe der NoVA wird mithilfe der vom VVO zur Verfügung gestellten Daten über die Neufahrzeuge durchgeführt. Zur Bestimmung des Steuersatzes wird laut Normverbrauchsabgabegesetz der Kraftstoffverbrauch nach MVEG-Zyklus als Grundlage herangezogen. Unter den Neufahrzeugen befinden sich auch Fahrzeuge, bei denen der Kraftstoffverbrauch nicht nach dem MVEG-Zyklus bestimmt wurde. Diese Fahrzeuge wurden vereinfacht als nach dem MVEG-Zyklus getestet angenommen. Der für die MwSt-Berechnung benötigte Nettoneuwagenpreis wurde für jede Fahrzeugklasse (Kleinwagen, Kompaktklasse, ...) geschätzt. Die gesamten Steuereinnahmen durch Kauf der 30.000 Neuwagen beliefen sich, nach diesen Berechnungen, auf rund 117,5 Mio. Euro (NoVA: 26,8 Mio., MwSt: 90,2 Mio). Diese Einnahmen sind rund 5-fach höher als die Ausgaben des Staates (22,5 Mio. Euro) für die Ökoprämie.

Durch den Fahrzeugtausch im Rahmen der Ökoprämie 2009 wurden rund 4.207 Tonnen an CO<sub>2</sub>-Emissionen (+ 857 [t/a] Benzin-Pkw und - 5.064 [t/a] Diesel-Pkw) eingespart. Bei einem durchschnittlichen Preis von 13,52 Euro pro Tonne CO<sub>2</sub> für ein CO<sub>2</sub>-Zertifikat im Jahr 2009 würden sich durch die Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen rund 57 Tsd. Euro an Einsparungen für den Staat pro Jahr ergeben.

Auf dem ungefähren Preisniveau von 2009 würden die Erlöse, durch die Verwertung der 30.000 Altfahrzeuge entstehenden Fraktionen, von rund 5,9 Mio. Euro einbringen. Diese Berechnung beruht auf dem Mittelwert der Fahrzeugmassen. Eine Veränderung des Eingangsgewichts verursacht Verschiebungen der Fraktionsmassen. Unter Einbezug von allgemeinen Aufwänden (Transport, Verwaltung, Shredderbehandlung) werden, je nach Betrachtung, die Erlöse wieder geschmälert. Für die nicht in Österreich verschrotteten Altfahrzeuge (Rohstoffabfluss ins Ausland) würden die Erlöse rund 23,2 Mio. Euro betragen.

Durch die stetige Verbesserung der Sicherheitstechnik und vielen anderen Faktoren (Infrastruktur, Notfallmedizin, ...) konnte die Anzahl der Verkehrstoten stetig gesenkt werden.

Die Verjüngung des Fahrzeugbestandes durch die 30.000 Ökoprämienfahrzeuge ist zwar gering, dennoch sind die Neufahrzeuge mit einer wesentlich besseren Sicherheitstechnik ausgestattet als die Altfahrzeuge.

## 9 Verzeichnisse

### 9.1 Literaturverzeichnis

- [1] Bundeskanzleramt Österreich: BGBl. I Nr. 28/2009: Bundesgesetz, mit dem eine Ökoprämie für Fahrzeugtausch eingeführt wird (Ökoprämiengesetz). Stand: 31.3.2009.
- [2] INFRAS AG: Handbuch für Emissionsfaktoren des Strassenverkehrs 3.1 (HBEFA) (mit Unterstützung der österreichischen Umweltbundesamt GmbH). Version 3.1 / Stand: 30.01.2010. Online im WWW unter URL: [www.hbefa.net](http://www.hbefa.net)
- [3] Europäische Union: Richtlinie 2000/53/EG des Europäischen Parlaments und Rates vom 18. September 2000 über Altfahrzeuge. In: Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft Nr. L 269/34 vom 21.10.2000.
- [4] Europäische Union: Richtlinie 2008/98/EG vom 19. November 2008 über Abfälle und zur Aufhebung bestimmter Richtlinien. In: Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft Nr. L 312/3 vom 22.11.2008.
- [5] Bundeskanzleramt Österreich: BGBl. II Nr. 407/2002: Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über die Abfallvermeidung, Sammlung und Behandlung von Altfahrzeugen (Altfahrzeugeverordnung). Stand: 16.2.2013.
- [6] Bundeskanzleramt Österreich: BGBl. I Nr. 102/2002: Bundesgesetz über eine nachhaltige Abfallwirtschaft (Abfallwirtschaftsgesetz 2002 – AWG 2002). Stand: 11.2.2013.
- [7] Bundeskanzleramt Deutschland: BGBl. I S. 2214: Verordnung über die Überlassung, Rücknahme und umweltverträgliche Entsorgung von Altfahrzeugen (Altfahrzeugverordnung – AltfahrzeugV). Stand: 11.2.2013.
- [8] Bundeskanzleramt Deutschland: BGBl. I S. 212: Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Bewirtschaftung von Abfällen (Kreislaufwirtschaftsgesetz – KrWG). Stand: 11.2.2013.
- [9] Bundeskanzleramt Österreich: BGBl. Nr. 267/1967: Bundesgesetz vom 23. Juni 1967 über das Kraftfahrwesen (Kraftfahrgesetz 1967 – KFG. 1967). Stand: 16.3.2013.
- [10] Höpfner, U.; Hanusch, J.; Lamprecht, U. (2009): Abwrackprämie und Umwelt – eine erste Bilanz. Heidelberg: Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH (Hrsg)
- [11] IHS – GLOBAL INSIGHT (2010): Assessment of the Effectiveness of Scrapping Schemes for Vehicles. IHS – GLOBAL INSIGHT (Hrsg.)
- [12] European Automobile Manufacturers Association (ACEA) (2010): Fleet Renewal Schemes in the European Union 2009. Online im WWW unter URL: [http://www.acea.be/images/uploads/files/20100212\\_Fleet\\_Renewal\\_Schemes\\_2009.pdf](http://www.acea.be/images/uploads/files/20100212_Fleet_Renewal_Schemes_2009.pdf). Stand: 11.12.2013.
- [13] Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) (2010): Abschlussbericht – Umweltprämie. BAFA (Hrsg.).



- [14] Schulze, A.; Schmitt, P.; Becker, H.; Straub, N. (2009): Automobilindustrie Europa – Aktuelle und künftige Entwicklung der Europäischen Automobilindustrie. Office Suisse d'Expansion Commerciale (Osec) (Hrsg.).
- [15] STATISTIK AUSTRIA (2008): Standard-Dokumentation Metainformationen zur Kfz-Statistik. Online im WWW unter URL: [https://www.statistik.at/web\\_de/wcmsprod/groups/gd/documents/stddok/008877.pdf#pagemode=bookmarks](https://www.statistik.at/web_de/wcmsprod/groups/gd/documents/stddok/008877.pdf#pagemode=bookmarks) Stand: 11.12.2013.
- [16] STATISTIK AUSTRIA (2012): Kfz – Bestände aus Tabellen. Online im WWW unter URL: [https://www.statistik.at/web\\_de/statistiken/verkehr/strasse/kraftfahrzeuge\\_-\\_bestand/index.html](https://www.statistik.at/web_de/statistiken/verkehr/strasse/kraftfahrzeuge_-_bestand/index.html) Stand: 15.07.2013.
- [17] STATISTIK AUSTRIA (2012): Kfz – Neuzulassungen aus Tabellen 2008, 2009 und 2010. Online im WWW unter URL: [https://www.statistik.at/web\\_de/statistiken/verkehr/strasse/kraftfahrzeuge\\_-\\_neuzulassungen/index.html](https://www.statistik.at/web_de/statistiken/verkehr/strasse/kraftfahrzeuge_-_neuzulassungen/index.html) Stand: 15.07.2013.
- [18] STATISTIK AUSTRIA (2012): Kfz – Gebrauchtzulassungen aus Tabellen 2008, 2009 und 2010. Online im WWW unter URL: [https://www.statistik.at/web\\_de/statistiken/verkehr/strasse/kraftfahrzeuge\\_-\\_gebrauchtzulassungen/index.html](https://www.statistik.at/web_de/statistiken/verkehr/strasse/kraftfahrzeuge_-_gebrauchtzulassungen/index.html) Stand: 15.07.2013.
- [19] Statistisches Bundesamt (DESTATIS) (2013): Verkehr aktuell: Fachserie 8 Reihe 1.1. 06/2013. Online im WWW unter URL: [https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/TransportVerkehr/Querschnitt/VerkehrAktuellPDF\\_2080110.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/TransportVerkehr/Querschnitt/VerkehrAktuellPDF_2080110.pdf?__blob=publicationFile) Stand: 11.07.2013.
- [20] Statistisches Bundesamt (DESTATIS) (2013): GENESIS-Online Datenbank: Statistik des Kraftfahrzeug- und Anhängerbestandes (Code: 46251). Online im WWW unter URL: <https://www-genesis.destatis.de/genesis/online/> Stand: 11.07.2013.
- [21] Europäische Kommission – Eurostat (2013): Verkehrsstatistik unter Straßenverkehr. Online im WWW unter URL: <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/transport/data/database> Stand: 15.07.2013.
- [22] Organisation Internationale des Constructeurs d'Automobiles (OICA) (2013): World Motor Vehicle Sales – All vehicles. Online in WWW unter URL: [http://oica.net/wp-content/uploads/total\\_sales\\_2005-2012.pdf](http://oica.net/wp-content/uploads/total_sales_2005-2012.pdf) Stand: 15.07.2013.
- [23] Organisation Internationale des Constructeurs d'Automobiles (OICA) (2013): World Motor Vehicle Sales – Passengers Cars. Online im WWW unter URL: [http://oica.net/wp-content/uploads/pc\\_sales\\_2005-2012.pdf](http://oica.net/wp-content/uploads/pc_sales_2005-2012.pdf) Stand 15.07.2013.
- [24] Klaber, M. (VVO) (2013): Betreff: Daten zu Altfahrzeugen der Ökoprämie 2009. Adressat: Pesau, Ch. (Industriellenvereinigung, Arbeitskreis der Automobilimporteure, Geschäftsführer); Mail vom 14.02.2013.
- [25] Klaber, M. (VVO) (2013): Betreff: Daten zu Neufahrzeugen der Ökoprämie 2009. Adressat: Lampert, M.; Mail vom 18.04.2013.
- [26] Straka, C. (NetMan) (2013): Betreff: Abgleich der Altfahrzeugdaten vom VVO mit der Datenbank NetMan Network Managemnet and IT Service Gmbh. Adressat: Lampert, M.; Mail vom 18.03.2013.



- [27] Klaber, M. (VVO) (2013): Betreff: Qualität der Altfahrzeugdaten. Adressat: Lampert, M.; Mail vom 13.06.2013.
- [28] Europäische Union: Richtlinie 91/441/EWG des Rates vom 26. Juni 1991 zur Änderung der Richtlinie 70/220/EWG zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über Maßnahmen gegen die Verunreinigung der Luft durch Emissionen von Kraftfahrzeugen. In: Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft Nr. L242/1 vom 30.8.1991.
- [29] Kraftfahrt-Bundesamt (KBA) (2013): Verzeichnis der Hersteller von Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeuganhängern – numerisch. Online im WWW unter URL: [http://www.kba.de/clk\\_031/nn\\_1197930/SharedDocs/Publikationen/SV/sv32\\_\\_pdf,templateId=raw,property=publicationFile.pdf/sv32\\_\\_pdf.pdf](http://www.kba.de/clk_031/nn_1197930/SharedDocs/Publikationen/SV/sv32__pdf,templateId=raw,property=publicationFile.pdf/sv32__pdf.pdf) Stand: 11.12.2013.
- [30] STATISTIK AUSTRIA (2013): Energiestatistik: Mikrozensus Energieeinsatz der Haushalte 2009/2010. In: Tabelle: Fahrleistungen und Treibstoffeinsatz privater Pkw nach Bundesländer 2000 bis 2012. Online im WWW unter URL: [http://www.statistik.at/web\\_de/statistiken/energie\\_und\\_umwelt/energie/energieeinsatz\\_der\\_haushalte/](http://www.statistik.at/web_de/statistiken/energie_und_umwelt/energie/energieeinsatz_der_haushalte/) Stand: 15.07.2013.
- [31] Keller, M. (2010): Handbuch Emissionsfaktoren des Strassenverkehrs 3.1 – Quick Reference. INFRAS, Bern (Hrsg.).
- [32] Europäisches Komitee für Normung (CEN) (2013): ÖNORM EN 228: Kraftstoffe für Kraftfahrzeuge – Unverbleite Ottokraftstoffe – Anforderungen und Prüfverfahren. (EN 228:2013).
- [33] Europäisches Komitee für Normung (CEN) (2010): ÖNORM EN 590: Kraftstoffe für Kraftfahrzeuge – Dieselmotorkraftstoff – Anforderungen und Prüfverfahren. (EN 590:2010).
- [34] Schreiner, K. (2011): Berechnungen am Verbrennungsmotor – Sehen? Verstehen? Bestehen. 1. Aufl. Wiesbaden: Vieweg + Teubner. ISBN: 9783834881410.
- [35] Geringer, B.; Tober, W.K. (2010): auto-umwelt.at. Österreichischer Verein für Kraftfahrzeugtechnik (ÖVK) (Hrsg.). Online im WWW unter URL: <http://www.auto-umwelt.at/>. Stand: 10.06.2013.
- [36] Gruden, D. (2008): Umweltschutz in der Automobilindustrie – Motor, Kraftstoffe, Recycling. 1. Aufl. Wiesbaden: Vieweg + Teubner. ISBN: 9783834804044.
- [37] Buchleitner, Y.; Ahrens, D.; Lutz-Holzbauer, C. (2008): Ammoniak in der Umwelt – Messprogramme und Messergebnisse 2003-2007. 1. Aufl. Karlsruhe: Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (Hrsg.)
- [38] Bundesamt für Umwelt BAFU (2013): Indikator Ammoniak-Emissionen. Online im WWW unter URL: <http://www.bafu.admin.ch/umwelt/indikatoren/08588/08592/index.html?lang=de> Stand: 05.09.2013.
- [39] Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA) (2013): GESTIS-Stoffdatenbank: Ammoniak. Online im WWW unter URL: <http://gestis.itrust.de/nxt/gateway.dll?f=templates&fn=default.htm&vid=gestisde:sdbd eu> Stand: 05.09.2013.
- [40] Förstner, U. (2012): Umweltschutztechnik. 8. Aufl. Berlin Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. ISBN: 9783642229732.

- [41] Umweltbundesamt GmbH (2013): Distickstoffmonoxid (Lachgas). Online im WWW unter URL: <http://www.umweltbundesamt.at/umweltsituation/luft/treibhausgase/lachgas/>. Stand: 09.09.2013.
- [42] Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA) (2013): GESTIS-Stoffdatenbank: Distickstoffmonoxid. Online im WWW unter URL: [http://gestis.itrust.de/nxt/gateway.dll/gestis\\_de/000000.xml?f=templates\\$fn=default.htm\\$3.0](http://gestis.itrust.de/nxt/gateway.dll/gestis_de/000000.xml?f=templates$fn=default.htm$3.0). Stand: 09.09.2013.
- [43] Hummel, R. (2003): Altfahrzeugverwertung und –entsorgung in Österreich – Recyclingquoten in Hinblick auf die Jahre 2006 und 2015. Diplomarbeit am Institut für nachhaltige Abfallwirtschaft und Entsorgungstechnik (Hrsg.), Montanuniversität Leoben, Leoben.
- [44] Kletzmayer, W. (ARGE-Shredder GmbH) (2013): Betreff: Informationen über den Aufbau der Österreichischen Shredder Altautoentsorgungs- und Entwicklungs-GmbH & Co KG. Adressat: Lampert, M.. Mail vom 19.11.2013.
- [45] Sterlinger, R.; Windisch, A. (2011): Altfahrzeuge – Verwertung in Shredderanlagen am Beispiel der Fa. Kuttin. Projektbericht (Betreuung: Adam, J.) am Institut für nachhaltige Abfallwirtschaft und Entsorgungstechnik (Hrsg.), Montanuniversität Leoben, Leoben.
- [46] Wötzel, K. (2007): Ökobilanzierung der Altfahrzeugverwertung am Fallbeispiel eines Mittelklassefahrzeuges und Entwicklung einer Allokationsmethodik. Dissertation an der Fakultät für Architektur, Bauingenieurwesen und Umweltwissenschaften der Technischen Universität Carolo-Wilhelmina zu Braunschweig (Hrsg.), Braunschweig.
- [47] Kletzmayer, W. (ARGE-Shredder GmbH) (2013): Betreff: Gesamtquote AFZ Ö-Shredder. Adressat: Lampert, M.. Mail vom 11.11.2013.
- [48] Kletzmayer, W. (ARGE-Shredder GmbH) (2013): Betreff: Basisdaten zum AFZ-Verwertungsjahr 2009. Adressat: Lampert, M.. Mail vom 19.11.2013.
- [49] Bundeskanzleramt Österreich: BGBl. Nr. 630/1994: Bundesgesetz, mit dem die Mineralölsteuer an das Gemeinschaftsrecht angepaßt wird (Mineralölsteuergesetz 1995). Stand: 01.01.2009.
- [50] Bundesministerium für Wirtschaft, Familie und Jugend (2013): Treibstoffpreismonitor. Online im WWW unter URL: <http://www.bmwfj.gv.at/EnergieUndBergbau/Energiepreise/Seiten/MonitorTreibstoff.aspx> Stand: 21.11.2013.
- [51] Bundeskanzleramt Österreich: BGBl. Nr. 695/1991: Bundesgesetz, mit dem eine Abgabe für den Normverbrauch von Kraftfahrzeugen eingeführt wird (Normverbrauchsabgabengesetz – NoVAG 1991). Stand: 01.01.2009.
- [52] EXAA Abwicklungsstelle für Energieprodukte AG (2010): Bericht zum Geschäftsjahr 2009. Online im WWW unter URL: [http://www.exaa.at/exaa/annual-reports/exaa\\_gb\\_09\\_dt\\_online.pdf](http://www.exaa.at/exaa/annual-reports/exaa_gb_09_dt_online.pdf) Stand: 12.06.2013.
- [53] Kletzmayer, W. (ARGE-Shredder GmbH) (2013): Betreff: Erlöse und Aufwände aus der Altfahrzeugverwertung 2009. Adressat: Lampert, M.. Mail vom 22.11.2013.

- [54] Gonter, M.; Schwarz, T.; Seiffert, U., et al. (2013): Fahrzeugsicherheit. In: Braess, H.-H.; Seiffert, U. (Hrsg.): Vieweg Handbuch Kraftfahrzeugtechnik, 7. Aktualisierte Auflage Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden. S. 985–1038. ISBN: 9783658016913.
- [55] VOLKSWAGEN AG (2013): Innovation & Technik: Technik-Lexikon – aktive und passive Sicherheit von Pkw. Online im WWW unter URL: <http://www.volkswagen.de/de/Volkswagen/InnovationTechnik/technik-lexikon.html> Stand: 22.11.2013.
- [56] STATISTIK AUSTRIA (2013): Unfälle mit Personenschaden aus Tabellen. Online im WWW unter URL: [http://www.statistik.at/web\\_de/statistiken/verkehr/strasse/unfaelle\\_mit\\_personenschaden/index.html](http://www.statistik.at/web_de/statistiken/verkehr/strasse/unfaelle_mit_personenschaden/index.html) Stand: 22.11.2013.

## 9.2 Abkürzungsverzeichnis

%	Prozent
£	Pfund Sterling
€	Euro
a	Jahr
abh.	Abhängig
ABS	Anti-Blockier-System
Abs.	Absatz
allg.	allgemein
ARGE	Arbeitsgemeinschaft
Art.	Artikel
atm	Atmosphäre, Einheit für Druck
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (Deutschland)
BGBI.	Bundesgesetzblatt
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Deutschland)
bzw.	beziehungsweise
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	Benzol, chemische Verbindung
ca.	circa (lateinisch für zirka, ungefähr)
CH <sub>4</sub>	Methan, chemische Verbindung
cm <sup>3</sup>	Kubikzentimeter, Volumeneinheit
CO	Kohlenmonoxid, chemische Verbindung
CO <sub>2</sub>	Kohlenstoffdioxid, chemische Verbindung
ESC	Electronic Stability Control (englisch für Elektronisches Stabilitätsprogramm)
etc.	et cetera (lateinisch für und so weiter)
EU	Europäische Union
FIN	Fahrzeug-Identifikationsnummer
g	Gramm, Masseneinheit
GmbH & Co KG	Gesellschaft mit beschränkter Haftung & Compagnie Kommanditgesellschaft
HBEFA	Handbuch für Emissionsfaktoren des Strassenverkehrs
HC	Hydrocarbons (englisch für Kohlenwasserstoffe), chemische Stoffgruppe
i.d.g.F. vgl.	in der geltenden Fassung
ifeu	Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH
inkl.	inklusive
Kap.	Kapitel
Kat.	Katalysator
Kfz	Kraftfahrzeug
kg	Kilogramm, Masseneinheit
km	Kilometer, Längeneinheit
L	Liter, Volumeneinheit
LCV	light commercial vehicle (englisch für leichtes Nutzfahrzeug)
m%	Massenprozent
m <sup>3</sup>	Kubikmeter, Volumeneinheit
max.	maximal
mg	Milligramm, Masseneinheit

mind.	mindestens
Mio.	Million
MöSt	Mineralölsteuer
N <sub>2</sub> O	Distickstoffmonoxid (Lachgas), chemische Verbindung
NH <sub>3</sub>	Ammoniak, chemische Verbindung
NMHC	Non-Methane Hydrocarbons (englisch für Nicht Methan Kohlenwasserstoffe), chemische Stoffgruppe
NO <sub>2</sub>	Stickstoffdioxid, chemische Verbindung
NoVA	Normverbrauchsabgabe
NO <sub>x</sub>	Stickstoffoxide, chemische Stoffgruppe
Nr.	Nummer
od.	oder
Osec	Office Suisse d'Expansion Commerciale (Schweiz)
Pkw	Personenkraftwagen
PM	Particular Matter (englisch für Partikelmasse)
PN	Particular Number (englisch für Partikelanzahl)
RL	Richtlinie
SFA	Stoffflussanalyse
SO <sub>2</sub>	Schwefeldioxid, chemische Verbindung
StF	Stammfassung
stoffl.	Stoffliche
SUV	Sport Utility Vehicle (englisch für Sport- und Nutzfahrzeug)
t	metrische Tonne, Masseneinheit
therm.	Thermische
Tsd.	Tausend
usw.	und so weiter
vgl.	vergleich
VO	Verordnung
VVO	Verband der Versicherungsunternehmen Österreichs
WMI	World manufacturer identification (englisch für Welt-Herstellercode)
Z	Ziffer
z.B.	zum Beispiel
µg	Mikrogramm, Masseneinheit
µm	Mikrometer, Längeneinheit

## 9.3 Tabellen

Tabelle 1: Gesetzliche Grundlagen der Emissionsklassen.....	10
Tabelle 2: Eckdaten zur Ökoprämie 2009 in Österreich .....	13
Tabelle 3: Eckdaten zur Umweltpremie in Deutschland [10] .....	15
Tabelle 4: Eckdaten zur Pkw Verschrottungsprämie und dazu kombinierbaren Prämiensystemen in Italien [11].....	16
Tabelle 5: Eckdaten zur LCV Verschrottungsprämie und dazu kombinierbaren Prämiensystemen in Italien [11].....	17
Tabelle 6: Eckdaten zur Pkw Verschrottungsprämie in Frankreich [11].....	18
Tabelle 7: Eckdaten zur LCV Verschrottungsprämie in Frankreich [11] .....	18
Tabelle 8: Eckdaten zur Pkw Verschrottungsprämie in Rumänien [11] .....	19
Tabelle 9: Eckdaten zur Pkw Verschrottungsprämie in der Slowakei [11] .....	20
Tabelle 10: Eckdaten zur Pkw Verschrottungsprämie in Griechenland [11] .....	20
Tabelle 11: Eckdaten zur Pkw Verschrottungsprämie in Irland [11] .....	21
Tabelle 12: Eckdaten zur Pkw Verschrottungsprämie in Luxemburg [11].....	21
Tabelle 13: Eckdaten zur Pkw Verschrottungsprämie in den Niederlanden [12] .....	21
Tabelle 14: Eckdaten zur Pkw Verschrottungsprämie in Spanien [12] .....	22
Tabelle 15: Eckdaten zur Pkw Verschrottungsprämie im Vereinigten Königreich [11].....	22
Tabelle 16: Eckdaten zur Pkw Verschrottungsprämie in Zypern [11] .....	22
Tabelle 17: Pkw-Neuzulassungen in Österreich von 2008 bis 2010 [17].....	26
Tabelle 18: Pkw-Gebrauchtzulassungen in Österreich von 2008 bis 2010 [18].....	27
Tabelle 19: Pkw-Neuzulassungen in Deutschland von 2008 bis 2010 [20] .....	29
Tabelle 20: Besitzumschreibungen gebrauchter Pkw in Deutschland von 2008 bis 2010 [20] .....	30
Tabelle 21: Bereinigung der Altfahrzeugdaten von VVO [24], [26] .....	33
Tabelle 22: Antriebsarten der Altfahrzeuge [24].....	34
Tabelle 23: Antriebsarten der Altfahrzeuge gewichtete Aufteilung von „kein Antrieb“ [24].....	34
Tabelle 24: Ergebnis der Hochrechnung auf 30.000 Altfahrzeuge [24] .....	35
Tabelle 25: Altfahrzeuge nach Marken, Bezug auf 24.275 Altfahrzeuge .....	36
Tabelle 26: Fahrzeugklassen der Altfahrzeuge .....	37
Tabelle 27: Altfahrzeuge nach Fahrzeugklassen, Bezug auf 24.275 Altfahrzeuge .....	38
Tabelle 28: Altfahrzeuge nach Euroklassen Bezug auf 30.000 Pkw .....	39
Tabelle 29: Bereinigung der Neufahrzeugdaten von VVO [25].....	39
Tabelle 30: Antriebsarten der Neufahrzeuge [25] .....	40
Tabelle 31: Ergebnis der Hochrechnung auf 30.000 Neufahrzeuge [25] .....	40
Tabelle 32: Neufahrzeuge nach Marken, Bezug auf 28.929 Neufahrzeuge .....	41
Tabelle 33: Fahrzeugklassen der Neufahrzeuge .....	42
Tabelle 34: Neufahrzeuge nach Fahrzeugklassen Bezug auf 28.929 Neufahrzeuge .....	43
Tabelle 35: Neufahrzeuge nach Euroklassen Bezug auf 30.000.....	43
Tabelle 36: Veränderungen zwischen Alt- und Neufahrzeugen bezüglich der Antriebsart ....	44
Tabelle 37: Veränderungen zwischen Alt- und Neufahrzeugen bezüglich der Fahrzeugmarken .....	45
Tabelle 38: Veränderungen zwischen Alt- und Neufahrzeugen bezüglich der Fahrzeugklassen.....	46
Tabelle 39: Veränderungen des Kraftstoffverbrauchs im warmen Betriebszustand - Benzin und Diesel getrennt .....	54

Tabelle 40: Veränderungen des Kraftstoffverbrauchs im warmen Betriebszustand - Benzin und Diesel zusammen.....	54
Tabelle 41: Veränderungen des Kraftstoffverbrauchs für Kaltstarts - Benzin und Diesel getrennt.....	55
Tabelle 42: Veränderungen des Kraftstoffverbrauchs für Kaltstarts - Benzin und Diesel zusammen.....	55
Tabelle 43: Veränderungen des Kraftstoffverbrauchs im warmen Betriebszustand zusätzlich der Kaltstarts - Benzin und Diesel getrennt.....	56
Tabelle 44: Veränderungen des Kraftstoffverbrauchs im warmen Betriebszustand zusätzlich der Kaltstarts - Benzin und Diesel zusammen .....	56
Tabelle 45: Veränderungen der Partikelemissionsanzahl PN im warmen Betriebszustand - Benzin und Diesel getrennt .....	62
Tabelle 46: Veränderungen der Partikelemissionsanzahl PN im warmen Betriebszustand - Benzin und Diesel zusammen .....	62
Tabelle 47: Veränderungen der Partikelemissionsmasse PM im warmen Betriebszustand - Benzin und Diesel getrennt .....	63
Tabelle 48: Veränderungen der Partikelemissionsmasse PM im warmen Betriebszustand - Benzin und Diesel zusammen .....	63
Tabelle 49: Veränderungen der Partikelemissionsmasse PM für Kaltstarts – Diesel .....	64
Tabelle 50: Veränderungen der Partikelemissionsmasse PM im warmen Betriebszustand zusätzlich Kaltstarts – Diesel.....	64
Tabelle 51: Veränderungen der Partikelemissionsmasse PM im warmen Betriebszustand zusätzlich Kaltstarts - Benzin und Diesel zusammen.....	64
Tabelle 52: Untersuchte Emissionsarten für die jeweiligen Abgaskomponenten.....	65
Tabelle 53: Veränderungen der CO <sub>2</sub> -Emissionen im warmen Betriebszustand - Benzin und Diesel getrennt.....	71
Tabelle 54: Veränderungen der CO <sub>2</sub> -Emissionen im warmen Betriebszustand - Benzin und Diesel zusammen.....	71
Tabelle 55: Veränderungen der CO <sub>2</sub> -Emissionen für Kaltstarts - Benzin und Diesel getrennt .....	72
Tabelle 56: Veränderungen der CO <sub>2</sub> -Emissionen für Kaltstarts - Benzin und Diesel zusammen.....	72
Tabelle 57: Veränderungen der CO <sub>2</sub> -Emissionen im warmen Betriebszustand zusätzlich der Kaltstarts - Benzin und Diesel getrennt.....	73
Tabelle 58: Veränderungen der CO <sub>2</sub> -Emissionen im warmen Betriebszustand zusätzlich der Kaltstarts - Benzin und Diesel zusammen .....	73
Tabelle 59: Veränderungen der CO-Emissionen im warmen Betriebszustand - Benzin und Diesel getrennt.....	77
Tabelle 60: Veränderungen der CO-Emissionen im warmen Betriebszustand - Benzin und Diesel zusammen.....	77
Tabelle 61: Veränderungen der CO-Emissionen für Kaltstarts - Benzin und Diesel getrennt	78
Tabelle 62: Veränderungen der CO-Emissionen für Kaltstarts - Benzin und Diesel zusammen .....	78
Tabelle 63: Veränderungen der CO-Emissionen im warmen Betriebszustand zusätzlich der Kaltstarts - Benzin und Diesel getrennt.....	79
Tabelle 64: Veränderungen der CO-Emissionen im warmen Betriebszustand zusätzlich der Kaltstarts - Benzin und Diesel zusammen .....	79
Tabelle 65: Veränderungen der SO <sub>2</sub> -Emissionen im warmen Betriebszustand - Benzin und Diesel getrennt.....	83
Tabelle 66: Veränderungen der SO <sub>2</sub> -Emissionen im warmen Betriebszustand - Benzin und Diesel zusammen.....	83



Tabelle 67: Veränderungen der SO <sub>2</sub> -Emissionen für Kaltstarts - Benzin und Diesel getrennt .....	84
Tabelle 68: Veränderungen der SO <sub>2</sub> -Emissionen für Kaltstarts - Benzin und Diesel zusammen.....	84
Tabelle 69: Veränderungen der SO <sub>2</sub> -Emissionen im warmen Betriebszustand zusätzlich der Kaltstarts - Benzin und Diesel getrennt.....	85
Tabelle 70: Veränderungen der SO <sub>2</sub> -Emissionen im warmen Betriebszustand zusätzlich der Kaltstarts - Benzin und Diesel zusammen .....	85
Tabelle 71: Veränderungen der NH <sub>3</sub> -Emissionen im warmen Betriebszustand - Benzin und Diesel getrennt .....	88
Tabelle 72: Veränderungen der NH <sub>3</sub> -Emissionen im warmen Betriebszustand - Benzin und Diesel zusammen.....	88
Tabelle 73: Veränderungen der NO <sub>x</sub> -Emissionen im warmen Betriebszustand - Benzin und Diesel getrennt .....	91
Tabelle 74: Veränderungen der NO <sub>x</sub> -Emissionen im warmen Betriebszustand - Benzin und Diesel zusammen.....	91
Tabelle 75: Anteil der NO <sub>2</sub> - an den NO <sub>x</sub> -Emissionen laut HBEFA [2].....	92
Tabelle 76: Veränderungen der NO <sub>2</sub> -Emissionen im warmen Betriebszustand - Benzin und Diesel getrennt .....	94
Tabelle 77: Veränderungen der NO <sub>2</sub> -Emissionen im warmen Betriebszustand - Benzin und Diesel zusammen.....	94
Tabelle 78: Veränderungen der N <sub>2</sub> O-Emissionen im warmen Betriebszustand - Benzin und Diesel getrennt .....	97
Tabelle 79: Veränderungen der N <sub>2</sub> O-Emissionen im warmen Betriebszustand - Benzin und Diesel zusammen.....	97
Tabelle 80: Veränderungen der HC-Emissionen im warmen Betriebszustand - Benzin und Diesel getrennt .....	102
Tabelle 81: Veränderungen der HC-Emissionen im warmen Betriebszustand - Benzin und Diesel zusammen.....	102
Tabelle 82: Veränderungen der HC-Emissionen für Kaltstarts - Benzin und Diesel getrennt .....	103
Tabelle 83: Veränderungen der HC-Emissionen für Kaltstarts - Benzin und Diesel zusammen .....	103
Tabelle 84: Veränderungen der HC-Emissionen im warmen Betriebszustand zusätzlich der Kaltstarts - Benzin und Diesel getrennt.....	104
Tabelle 85: Veränderungen der HC-Emissionen im warmen Betriebszustand zusätzlich der Kaltstarts - Benzin und Diesel zusammen .....	104
Tabelle 86: Veränderungen der HC-Emissionen durch Verdampfung nach Motorabstellen - Benzin .....	105
Tabelle 87: Veränderungen der HC-Emissionen durch Verdampfung infolge von Tankatmung - Benzin.....	105
Tabelle 88: Veränderungen der HC-Emissionen im warmen Betriebszustand zusätzlich Kaltstarts & Verdampfung nach Motorabstellen & infolge von Tankatmung - Benzin ...	106
Tabelle 89: Veränderungen der HC-Emissionen im warmen Betriebszustand zusätzlich Kaltstarts & Verdampfung nach Motorabstellen & infolge von Tankatmung - Benzin und Diesel zusammen.....	106
Tabelle 90: Veränderungen der CH <sub>4</sub> -Emissionen im warmen Betriebszustand – Benzin und Diesel getrennt .....	110
Tabelle 91: Veränderungen der CH <sub>4</sub> -Emissionen im warmen Betriebszustand – Benzin und Diesel zusammen.....	110



Tabelle 92: Veränderungen der CH <sub>4</sub> -Emissionen für Kaltstarts – Benzin und Diesel getrennt .....	111
Tabelle 93: Veränderungen der CH <sub>4</sub> -Emissionen für Kaltstarts – Benzin und Diesel zusammen.....	111
Tabelle 94: Veränderungen der CH <sub>4</sub> -Emissionen im warmen Betriebszustand zusätzlich der Kaltstarts – Benzin und Diesel getrennt.....	112
Tabelle 95: Veränderungen der CH <sub>4</sub> -Emissionen im warmen Betriebszustand zusätzlich der Kaltstarts – Benzin und Diesel zusammen.....	112
Tabelle 96: Veränderungen der NMHC-Emissionen im warmen Betriebszustand – Benzin und Diesel getrennt .....	116
Tabelle 97: Veränderungen der NMHC-Emissionen im warmen Betriebszustand – Benzin und Diesel zusammen.....	116
Tabelle 98: Veränderungen der NMHC-Emissionen für Kaltstarts – Benzin und Diesel getrennt.....	117
Tabelle 99: Veränderungen der NMHC-Emissionen für Kaltstarts – Benzin und Diesel zusammen.....	117
Tabelle 100: Veränderungen der NMHC-Emissionen im warmen Betriebszustand zusätzlich der Kaltstarts – Benzin und Diesel getrennt.....	118
Tabelle 101: Veränderungen der NMHC-Emissionen im warmen Betriebszustand zusätzlich der Kaltstarts – Benzin und Diesel zusammen .....	118
Tabelle 102: Veränderungen der NMHC-Emissionen im warmen Betriebszustand zusätzlich Kaltstarts & Verdampfung nach Motorabstellen & infolge von Tankatmung – Benzin ..	119
Tabelle 103: Veränderungen der NMHC-Emissionen im warmen Betriebszustand zusätzlich Kaltstarts & Verdampfung nach Motorabstellen & infolge von Tankatmung – Benzin und Diesel zusammen.....	119
Tabelle 104: Veränderungen der Benzol-Emissionen im warmen Betriebszustand – Benzin und Diesel getrennt .....	124
Tabelle 105: Veränderungen der Benzol-Emissionen im warmen Betriebszustand – Benzin und Diesel zusammen.....	124
Tabelle 106: Veränderungen der Benzol-Emissionen für Kaltstarts – Benzin und Diesel getrennt.....	125
Tabelle 107: Veränderungen der Benzol-Emissionen für Kaltstarts – Benzin und Diesel zusammen.....	125
Tabelle 108: Veränderungen der Benzol-Emissionen im warmen Betriebszustand zusätzlich der Kaltstarts – Benzin und Diesel getrennt.....	126
Tabelle 109: Veränderungen der Benzol-Emissionen im warmen Betriebszustand zusätzlich der Kaltstarts – Benzin und Diesel zusammen .....	126
Tabelle 110: Veränderungen der Benzol-Emissionen durch Verdampfung nach Motorabstellen – Benzin.....	127
Tabelle 111: Veränderungen der Benzol-Emissionen durch Verdampfung infolge von Tankatmung – Benzin .....	127
Tabelle 112: Veränderungen der Benzol-Emissionen im warmen Betriebszustand zusätzlich Kaltstarts & Verdampfung nach Motorabstellen & infolge von Tankatmung – Benzin ..	128
Tabelle 113: Veränderungen der Benzol-Emissionen im warmen Betriebszustand zusätzlich Kaltstarts & Verdampfung nach Motorabstellen & infolge von Tankatmung – Benzin und Diesel zusammen.....	128
Tabelle 114: Zusammenfassung des mittleren Verbrauchs bzw. der Emissionen durch Benzin-Pkw .....	130
Tabelle 115: Zusammenfassung des mittleren Verbrauchs bzw. der Emissionen durch Diesel-Pkw .....	131

Tabelle 116: Zusammenfassung des gesamten Verbrauchs bzw. der Emissionen durch Benzin- und Diesel-Pkw .....	132
Tabelle 117: Anzahl der Weitergaben der Altfahrzeuge [26] .....	137
Tabelle 118: Mittleres Eigengewicht der Altfahrzeuge [24] .....	138
Tabelle 119: Korrektur des Eingangsgewichts [47] .....	141
Tabelle 120: Materialgruppen und deren Behandlungsweg aus der Vorbehandlung und Trockenlegung [47] .....	142
Tabelle 121: Materialgruppen und deren Behandlungsweg aus dem Shredder-Prozess und der Aufbereitung [47] .....	143
Tabelle 122: Massenbilanz der Behandlung der Ökoprämienfahrzeuge pro Alt-Pkw .....	144
Tabelle 123: Massenbilanz der Behandlung der Ökoprämienfahrzeuge für 30.000 Alt-Pkw .....	146
Tabelle 124: Abschätzung des Rohstoffabflusses durch rund 153.000 Altfahrzeuge .....	150
Tabelle 125: Kraftstoffpreise 2009 [50] .....	151
Tabelle 126: Veränderung der Ausgaben der Verbraucher und Einnahmen durch Steuern aufgrund des veränderten Kraftstoffverbrauchs durch die Ökoprämie 2009 .....	153
Tabelle 127: Steuereinnahmen beim Neufahrzeugkauf durch NoVA und MwSt .....	155
Tabelle 128: Änderung der Kosten für den Zukauf von CO <sub>2</sub> -Zertifikaten im Jahr 2009 .....	156
Tabelle 129: Erlöse und Aufwände durch die Verwertung der Ökoprämienfahrzeuge .....	158
Tabelle 130: Erlöse und Aufwände durch nicht in Österreich verwertete Altfahrzeuge .....	159
Tabelle 131: Ausgewählte Verschrottungsprämien im Jahr 2009 in Europa [11] .....	163
Tabelle 132: Gesamte Verbrauchs- bzw. Emissionsreduktion durch Benzin- und Diesel-Pkw .....	164
Tabelle 133: Mengen aus der Verwertung der 30.000 Altfahrzeuge .....	165
Tabelle 134: Ergebnisse der monetären Bewertung der Ökoprämie 2009 .....	166
Tabelle 135: Untersuchte Emissionsarten für den Kraftstoffverbrauch, die Partikel und die jeweiligen Abgaskomponenten .....	170

## 9.4 Abbildungen

Abbildung 1: Aufteilung der Ökoprämie 2009 zwischen Staat und Wirtschaft .....	14
Abbildung 2: Kfz- und Pkw-Bestand in Österreich von 1990 bis 2012 [16] .....	25
Abbildung 3: Altersverteilung des Pkw-Bestands in Österreich nach der Erstzulassung in den Jahren 2008 bis 2012 [16] .....	26
Abbildung 4: Pkw-Neuzulassungen in Österreich von 2008 bis 2010 [17] .....	27
Abbildung 5: Pkw-Gebrauchtzulassungen in Österreich von 2008 bis 2010 [18] .....	28
Abbildung 6: Kfz- und Pkw-Bestand in Deutschland von 1993 bis 2012 [19] .....	28
Abbildung 7: Pkw-Neuzulassungen in Deutschland von 2008 bis 2010 [20] .....	29
Abbildung 8: Besitzumschreibungen gebrachter Pkw in Deutschland von 2008 bis 2010 [20] .....	30
Abbildung 9: Kfz- und Pkw-Bestand in der EU von 1993 bis 2011 [21] .....	31
Abbildung 10: Verteilung des Pkw-Alters in der EU von 1993 bis 2011 [21] .....	31
Abbildung 11: Verkaufszahlen von Kfz weltweit von 2005 bis 2012 [22] .....	32
Abbildung 12: Verkaufszahlen von Pkw weltweit von 2005 bis 2012 [23] .....	32
Abbildung 13: Euroklassenanteil am Pkw-Bestand im Jahr 2009 laut HBEFA [2] .....	47
Abbildung 14: Mittlerer Kraftstoffverbrauch an Benzin laut HBEFA bei warmem Betriebszustand pro Euroklasse 2009 [2] .....	50

Abbildung 15: Mittlerer Kraftstoffverbrauch an Diesel laut HBEFA bei warmem Betriebszustand pro Euroklasse 2009 [2] .....	50
Abbildung 16: Mittlerer Kraftstoffverbrauch an Benzin laut HBEFA bei einem Kaltstart pro Euroklasse 2009 [2].....	51
Abbildung 17: Mittlerer Kraftstoffverbrauch an Diesel laut HBEFA bei einem Kaltstart pro Euroklasse 2009 [2].....	51
Abbildung 18: Kraftstoffverbrauch an Benzin der Neufahrzeuge laut Herstellerangaben [25] .....	51
Abbildung 19: Kraftstoffverbrauch an Diesel der Neufahrzeuge laut Herstellerangaben [25]	52
Abbildung 20: Mittlere emittierte Partikelanzahl bei Benzin-Antrieb laut HBEFA bei warmem Betriebszustand pro Euroklasse 2009 [2] .....	58
Abbildung 21: Mittlere emittierte Partikelanzahl bei Diesel-Antrieb laut HBEFA bei warmem Betriebszustand pro Euroklasse 2009 [2] .....	58
Abbildung 22: Mittlere emittierte Partikelmasse bei Benzin-Antrieb laut HBEFA bei warmem Betriebszustand pro Euroklasse 2009 [2] .....	59
Abbildung 23: Mittlere emittierte Partikelmasse bei Diesel-Antrieb laut HBEFA bei warmem Betriebszustand pro Euroklasse 2009 [2] .....	59
Abbildung 24: Mittlere emittierte Partikelmasse bei Diesel-Antrieb laut HBEFA pro Kaltstart und Euroklasse 2009 [2].....	60
Abbildung 25: Mittlere CO <sub>2</sub> -Emissionen bei Benzin-Antrieb laut HBEFA bei warmem Betriebszustand je Euroklasse 2009 [2].....	67
Abbildung 26: Mittlere CO <sub>2</sub> -Emissionen bei Diesel-Antrieb laut HBEFA bei warmem Betriebszustand je Euroklasse 2009 [2].....	67
Abbildung 27: Mittlere CO <sub>2</sub> -Emissionen bei Benzin-Antrieb laut HBEFA pro Kaltstart und Euroklasse 2009 [2].....	67
Abbildung 28: Mittlere CO <sub>2</sub> -Emissionen bei Diesel-Antrieb laut HBEFA pro Kaltstart und Euroklasse 2009 [2].....	67
Abbildung 29: CO <sub>2</sub> -Emissionen durch Benzin der Neufahrzeuge laut Herstellerangaben [25] .....	68
Abbildung 30: CO <sub>2</sub> -Emissionen durch Diesel der Neufahrzeuge laut Herstellerangaben [25] .....	68
Abbildung 31: Mittlere CO-Emissionen bei Benzin-Antrieb laut HBEFA bei warmem Betriebszustand je Euroklasse 2009 [2].....	75
Abbildung 32: Mittlere CO-Emissionen bei Diesel-Antrieb laut HBEFA bei warmem Betriebszustand je Euroklasse 2009 [2].....	75
Abbildung 33: Mittlere CO-Emissionen bei Benzin-Antrieb laut HBEFA pro Kaltstart und Euroklasse 2009 [2].....	75
Abbildung 34: Mittlere CO-Emissionen bei Diesel-Antrieb laut HBEFA pro Kaltstart und Euroklasse 2009 [2].....	75
Abbildung 35: Mittlere SO <sub>2</sub> -Emissionen bei Benzin-Antrieb laut HBEFA bei warmem Betriebszustand je Euroklasse 2009 [2].....	80
Abbildung 36: Mittlere SO <sub>2</sub> -Emissionen bei Diesel-Antrieb laut HBEFA bei warmem Betriebszustand je Euroklasse 2009 [2].....	80
Abbildung 37: Mittlere SO <sub>2</sub> -Emissionen bei Benzin-Antrieb laut HBEFA pro Kaltstart und Euroklasse 2009 [2].....	81
Abbildung 38: Mittlere SO <sub>2</sub> -Emissionen bei Diesel-Antrieb laut HBEFA pro Kaltstart und Euroklasse 2009 [2].....	81
Abbildung 39: Mittlere NH <sub>3</sub> -Emissionen bei Benzin-Antrieb laut HBEFA bei warmem Betriebszustand je Euroklasse 2009 [2].....	86
Abbildung 40: Mittlere NH <sub>3</sub> -Emissionen bei Diesel-Antrieb laut HBEFA bei warmem Betriebszustand je Euroklasse 2009 [2].....	86

Abbildung 41: Mittlere NO <sub>x</sub> -Emissionen bei Benzin-Antrieb laut HBEFA bei warmem Betriebszustand je Euroklasse 2009 [2].....	90
Abbildung 42: Mittlere NO <sub>x</sub> -Emissionen bei Diesel-Antrieb laut HBEFA bei warmem Betriebszustand je Euroklasse 2009 [2].....	90
Abbildung 43: Mittlere NO <sub>2</sub> -Emissionen bei Benzin-Antrieb laut HBEFA bei warmem Betriebszustand je Euroklasse 2009 [2].....	93
Abbildung 44: Mittlere NO <sub>2</sub> -Emissionen bei Diesel-Antrieb laut HBEFA bei warmem Betriebszustand je Euroklasse 2009 [2].....	93
Abbildung 45: Mittlere N <sub>2</sub> O-Emissionen bei Benzin-Antrieb laut HBEFA bei warmem Betriebszustand je Euroklasse 2009 [2].....	95
Abbildung 46: Mittlere N <sub>2</sub> O-Emissionen bei Diesel-Antrieb laut HBEFA bei warmem Betriebszustand je Euroklasse 2009 [2].....	95
Abbildung 47: Mittlere HC-Emissionen bei Benzin-Antrieb laut HBEFA bei warmem Betriebszustand je Euroklasse 2009 [2].....	99
Abbildung 48: Mittlere HC-Emissionen bei Diesel-Antrieb laut HBEFA bei warmem Betriebszustand je Euroklasse 2009 [2].....	99
Abbildung 49: Mittlere HC-Emissionen bei Benzin-Antrieb laut HBEFA pro Kaltstart und Euroklasse 2009 [2].....	99
Abbildung 50: Mittlere HC-Emissionen bei Diesel-Antrieb laut HBEFA pro Kaltstart und Euroklasse 2009 [2].....	99
Abbildung 51: Mittlere HC-Emissionen bei Benzin-Antrieb laut HBEFA durch Verdampfung nach Motorabstellen und Euroklasse 2009 [2].....	100
Abbildung 52: Mittlere HC-Emissionen bei Benzin-Antrieb laut HBEFA durch Verdampfung infolge von Tankatmung und Euroklasse 2009 [2].....	100
Abbildung 53: Mittlere CH <sub>4</sub> -Emissionen bei Benzin-Antrieb laut HBEFA bei warmem Betriebszustand je Euroklasse 2009 [2].....	107
Abbildung 54: Mittlere CH <sub>4</sub> -Emissionen bei Diesel-Antrieb laut HBEFA bei warmem Betriebszustand je Euroklasse 2009 [2].....	107
Abbildung 55: Mittlere CH <sub>4</sub> -Emissionen bei Benzin-Antrieb laut HBEFA pro Kaltstart und Euroklasse 2009 [2].....	108
Abbildung 56: Mittlere CH <sub>4</sub> -Emissionen bei Diesel-Antrieb laut HBEFA pro Kaltstart und Euroklasse 2009 [2].....	108
Abbildung 57: Mittlere NMHC-Emissionen bei Benzin-Antrieb laut HBEFA bei warmem Betriebszustand je Euroklasse 2009 [2].....	114
Abbildung 58: Mittlere NMHC-Emissionen bei Diesel-Antrieb laut HBEFA bei warmem Betriebszustand je Euroklasse 2009 [2].....	114
Abbildung 59: Mittlere NMHC-Emissionen bei Benzin-Antrieb laut HBEFA pro Kaltstart und Euroklasse 2009 [2].....	114
Abbildung 60: Mittlere NMHC-Emissionen bei Diesel-Antrieb laut HBEFA pro Kaltstart und Euroklasse 2009 [2].....	114
Abbildung 61: Mittlere Benzol-Emissionen bei Benzin-Antrieb laut HBEFA bei warmem Betriebszustand je Euroklasse 2009 [2].....	120
Abbildung 62: Mittlere Benzol-Emissionen bei Diesel-Antrieb laut HBEFA bei warmem Betriebszustand je Euroklasse 2009 [2].....	120
Abbildung 63: Mittlere Benzol-Emissionen bei Benzin-Antrieb laut HBEFA pro Kaltstart und Euroklasse 2009 [2].....	121
Abbildung 64: Mittlere Benzol-Emissionen bei Diesel-Antrieb laut HBEFA pro Kaltstart und Euroklasse 2009 [2].....	121
Abbildung 65: Mittlere Benzol-Emissionen bei Benzin-Antrieb laut HBEFA durch Verdampfung nach Motorabstellen und Euroklasse 2009 [2].....	121

Abbildung 66: Mittlere Benzol-Emissionen bei Benzin-Antrieb laut HBEFA durch Verdampfung infolge von Tankatmung und Euroklasse 2009 [2] .....	122
Abbildung 67: Zusammenfassung des mittleren Verbrauchs bzw. der Emissionen durch Benzin-Pkw .....	129
Abbildung 68: Zusammenfassung des mittleren Verbrauchs bzw. der Emissionen durch Diesel-Pkw .....	131
Abbildung 69: Zusammenfassung des gesamten Verbrauchs bzw. der Emissionen durch Benzin- und Diesel-Pkw .....	132
Abbildung 70: Weg der Altfahrzeugverwertung [43] .....	134
Abbildung 71: Gesellschafter der Österreichische Shredder Altautoentsorgungs- und Entwicklungs-GmbH & Co KG [44] .....	134
Abbildung 72: Anzahl der verwerteten Altfahrzeuge von 2006 bis 2011 [26] .....	135
Abbildung 73: Durchschnittsalter der verwerteten Altfahrzeuge von 2006 bis 2011 [26] .....	136
Abbildung 74: Alter der verschrotteten Altfahrzeuge der Ökoprämie 2009 [24] .....	136
Abbildung 75: Mittleres Altfahrzeugeigengewicht nach Fahrzeugklassen der Ökopremienfahrzeuge aus Daten des VVO [24] .....	138
Abbildung 76: Fließbild der Altfahrzeugverwertung [45] .....	139
Abbildung 77: Schematische Darstellung eines Shredders [45] .....	140
Abbildung 78: Massenbilanz der Altfahrzeugbehandlung mittels der Mittelwerte aus Tabelle 122 .....	145
Abbildung 79: Stoffflussanalyse der Altfahrzeugverwertung auf Basis der Verwertungsquotenmeldung 2009 [47] .....	148
Abbildung 80: Änderung des Pkw-Bestandes von Jahr 2008 auf 2009 [48] .....	149
Abbildung 81: Kraftstoffpreisentwicklung von 2003 bis 2012 [50] .....	152
Abbildung 82: Entwicklung der CO <sub>2</sub> -Zertifikatspreise im Jahr 2009 [52] .....	156
Abbildung 83: Entwicklung des Schutzpotenzials der integralen Fahrzeugsicherheit [54] .....	161
Abbildung 84: Maßnahmen zur Unfallvermeidung im Bereich Fahrdynamik [54] .....	161
Abbildung 85: Gesamter Kfz- Bestand und Straßenverkehrsunfälle von 1992 bis 2011 in Österreich [16], [56] .....	162
Abbildung 86: Unfallstatistik im österreichischen Straßenverkehr von 1992 bis 2011 [56] .....	162
Abbildung 87: Zusammenfassung des gesamten Verbrauchs bzw. der Emissionen durch Benzin- und Diesel-Pkw .....	170



# Anhang 1

## Altfahrzeug Verwertungsvertrag

im Rahmen der Ökopremiengewährung gemäß  
Ökopremiengesetz BGBl I 28/2009 vom 31.3.2009

Die Firma (Verwertungsbetrieb gemäß AfzVO) – folgend kurz Übernehmer –

übernimmt von (Fahrzeughändler) – folgend kurz Übergeber –

das Fahrzeug

Marke..... Modell .....

mit der FIN .....

zur Verschrottung bei einem inländischen Shredderbetrieb.

Über die Verschrottung dieses Fahrzeugs bei einem inländischen Shredderbetrieb wird dem Fahrzeughändler ein Verwertungsnachweis übergeben werden. Der Übernehmer wird diesen längstens bis zum 31.12.2009 unaufgefordert an den Übergeber übermitteln.

Der Übernehmer verpflichtet sich, dem übernommenen Altfahrzeug keine Teile zur Wiederverwendung zu entnehmen und das Altfahrzeug und dessen Teile einer endgültigen Verwertung bzw. Verschrottung zuzuführen.

Falls der Nachweis der ordnungsgemäßen Verschrottung im Inland nicht bzw. nicht vollständig erbracht wird und der Fahrzeughändler zur Rückzahlung der Ökopremie herangezogen wird, haftet der Übernehmer dem Übergeber in der Höhe dieser Rückzahlung.

Ort, Datum

Fahrzeughändler als Übergeber

Verwertungsbetrieb als Übernehmer

Original mit Bestätigung des Übernehmers (ausstellender Betrieb) ergeht an den Überbringer (Letzthalter/Leztbesitzer)  
Kopie verbleibt beim Übernehmer zur weiteren Dokumentation (Aufbewahrung: 7 Jahre ab Ausstellungsdatum)

## Altfahrzeuge - Verwertungsnachweis

gem. AltfahrzeugeVO (BGBl Nr. 407/2002, § 5 Abs. 1 Z3 und § 11 Abs 3)

Dieser Verwertungsnachweis bestätigt die Übergabe des Altfahrzeuges an einen qualifizierten Betrieb (Übernehmer). Dieser übernimmt das Altfahrzeug und stellt die umweltgerechte Behandlung und Verwertung gem. den Anforderungen aus der AltfahrzeugeVO sicher.

Dieser Nachweis ist in Verbindung mit dem Typenschein bei der Abmeldung des Altfahrzeuges (nach § 43 Abs. 1a KFG) der Zulassungsstelle oder Behörde vorzulegen.

Übernehmer: (ID 1, Name, Adresse) .....	Empfänger/Verwerter: (Name, Adresse) .....
Genehmigungsbehörde des Verwerters: (Name, Adresse) 2 .....	

Überbringer (Letzthalter/-besitzer): (Name, Adresse) .....	(Nationalität) .....
--	----------------------

Angaben zum Altfahrzeug:

Marke: ..... 3 erstmalige Zulassung am: .....

Modell: ..... 3 AFZ unvollständig übernommen, fehlende Bauteile:

Type: ..... Motor  Getriebe  Katalysator

FIN: ..... 3 Hinweise zum Fahrzeugzustand:

Kennzeichen: .....

Nationalität: .....

Fahrzeugklasse: .....

Ort, Datum ..... am .....

Überbringer - Unterschrift .....

Übernehmer - Firmenmäßige Zeichnung (Stempel, Unterschrift) .....

1 Bei Umsetzung des elektronischen Registers (gem. § 22 AMG 2020) sind – sofern zugeleitet - die vom BMLFUW/umweltbundesamt vorgegebenen Identifikatoren (z. B. G.N) anzuführen

2 Nennung ist nur dann erforderlich, wenn die Erstabnahme bereits bei einem Verwertungsbetriebe erfolgt

3 Angaben dienen zur Dokumentieren der Kriterien für eine umweltgültige Altfahrzeuge-Rücknahme

Die Daten werden zum Zweck der Meldung an den Bundesminister für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft in elektronischer Form gespeichert und verwendet.



## Anhang 2

### Massenbilanz der Behandlung der Ökopremienfahrzeuge pro Alt-Pkw

Bandbreite der Altautoverwertung für die Ökopremie 2009					
Eigengewicht der Altfahrzeuge	979,57 - 1479,63	Die Minimalwerte sind auf Basis der Verwertungsquotenmeldung 2009 der österreichischen Shredder berechnet. Die Maximalwerte haben als Basis das Eigengewicht aus den Daten des VVO. <b>Alle Angaben in [kg]</b>			
Bei Übernahme fehlende Bauteile	15,22 - 22,99				
<b>Verwertete Masse abzgl. bei Übernahme fehlende Bauteile</b>	964,35 - 1456,64				
Korrektur Fahrer und Treibstoffe (75 kg Fahrer, 40 Treibstoff)	115				
<b>Bemessungsgrundlage in kg</b>	<b>849,35 - 1341,64</b>				
Bauteile/Flüssigkeiten aus der Demontage/Schadstofffrachtung	Gesamt	Stoff/WV	Therm	Beseitigung	
Altmetalle und zur Wiederverwendung ausgebauter Fahrzeugteile	Anlasser	1,61 - 2,55	1,61 - 2,55	-	-
	div. Aggregate	0,17 - 0,27	0,17 - 0,27	-	-
	div. Bauteile (Metall)	1,29 - 2,03	1,29 - 2,03	-	-
	Felgen	30,18 - 47,68	30,18 - 47,68	-	-
	Getriebe	6,64 - 10,49	6,64 - 10,49	-	-
	Kraftstoffbehälter Metall	0,09 - 0,14	0,09 - 0,14	-	-
	Lichtmaschine	1,41 - 2,23	1,41 - 2,23	-	-
	Motor	26,43 - 41,74	26,43 - 41,74	-	-
	Schwingungsdämpfer	0,19 - 0,31	0,19 - 0,31	-	-
	sonstige Flüssigkeitstanks Metall	0,02 - 0,03	0,02 - 0,03	-	-
	Wuchtgewichte	0,03 - 0,06	0,03 - 0,06	-	-
Altöl	Motor- und Getriebeöl(e)	4,71 - 7,44	-	4,71 - 7,44	-
Bleiakkumulatoren	Starterbatterie	12,37 - 19,54	12,37 - 19,54	-	-
Bremsflüssigkeit	Bremsflüssigkeit	0,5 - 0,79	-	0,5 - 0,79	-
Demontierte Altreifen ohne Felge	Reifen ohne Felge	34,15 - 53,95	20,49 - 32,37	13,66 - 21,58	-
Demontierte Gummi-, Leder-, Holz- und Textilteile (inkl. Werkstoffverbunde mit diesen Hauptkomponenten)	Gummi-, Textilteile	0,04 - 0,07	0,04 - 0,07	-	-
Demontierte Kunststoffteile (inkl. Werkstoffverbunde mit dieser Hauptkomponente)	große Kunststoffbauteile	0,3 - 0,47	0,3 - 0,47	-	-
	Kraftstoffbehälter Kunstst.	0,02 - 0,03	-	-	0,02 - 0,03
	sonstige Flüssigkeitstanks Kunstst.	0,01 - 0,01	-	-	0,01 - 0,01
FCKW-hältige Kälte-, Treib- u. Lösemittel	Kältemittel aus der Klimaanlage	0,01 - 0,01	-	-	0,01 - 0,01
Flüssigkristallanzeigen (LCD)	LCD-Anzeigen	< 0,01	-	-	< 0,01
Gase in Stahldruckflaschen	Flüssiggastank	< 0,01	< 0,01	-	-
Gasentladungslampen	Gasentladungslampen	< 0,01	< 0,01	< 0,01	-
Glas	Frontscheibe	4,67 - 7,38	4,67 - 7,38	-	-
Glas	Heckscheibe	3,57 - 5,64	3,57 - 5,64	-	-
Hydrauliköle, halogenfrei	Hydrauliköl(e) Halogenfrei	1,1 - 1,75	0,22 - 0,35	0,88 - 1,4	-

Hydrauliköle, halogenhaltig	Hydrauliköl(e) Halogenhaltig	0,02 - 0,04	-	0,02 - 0,04	-
Katalysator	Katalysator	5,61 - 8,86	5,61 - 8,86	-	-
Kühl- und Klimageräte mit FCKW-, FKW- und KW-haltigen Kältemitteln (z.B. Propan, Butan)	Klimaanlagen	0,06 - 0,09	0,05 - 0,07	0,01 - 0,02	-
Leiterplatten bestückt	Leiterplatten bestückt	0,01 - 0,02	0,01 - 0,02	-	-
Lösemittel-Wasser-Gemische oder Halogenierte Lösemittel	Kühlfüssigkeit(en)	5,08 - 8,03	2,54 - 4,01	1,02 - 1,61	1,52 - 2,41
<b>Gesamt entnommen</b>		<b>140,32 - 221,65</b>	<b>117,95 - 186,31</b>	<b>20,81 - 32,87</b>	<b>1,56 - 2,46</b>
<b>Shredder-Prozess und Aufbereitung der Fraktionen</b>					
<b>Masse Input Shredder-Prozess</b>	709,03 - 1119,99				
	<b>Gesamt</b>	Stoffl/WV	Therm	Beseitigung	
Fe	497,37 - 785,64	497,37 - 785,64	-	-	
Ne	33,81 - 53,41	33,81 - 53,41	-	-	
Shredder schwer	48,49 - 76,59	19,48 - 30,78	27,35 - 43,19	1,66 - 2,62	
Shredder leicht	129,37 - 204,35	33,53 - 52,97	64,52 - 101,92	31,31 - 49,46	
<b>Gesamt aus Shredder-Prozess</b>	<b>709,03 - 1.119,99</b>	<b>584,19 - 922,79</b>	<b>91,87 - 145,11</b>	<b>32,97 - 52,08</b>	
<b>Bauteile/Flüssigkeiten aus der Demontage/Schadstoffentfrachtung + Shredder-Prozess und Aufbereitung der Fraktionen</b>					
	<b>Gesamt</b>	Stoffl/WV	Therm	Beseitigung	
<b>Gesamt Altautoverwertung</b>	<b>849,35 - 1.341,64</b>	<b>702,14 - 1.109,11</b>	<b>112,68 - 177,99</b>	<b>34,53 - 54,54</b>	



"Gesamtquote 2009" der in Österreichischen Shredderanlagen verwerteten AFZ		Gesamt	
		Eigengewicht	Gew/KFZ
		85.267,789	979,57
<p><b>Verwertungspartner für:</b> über 1.550 Ersterübernehmer (Ökoprämie) 17 Hersteller / Importeure 1 Sammel- und Verwertungssystem</p>		<p>Summe: Bei Übernahme fehlende Bauteile Verwertete Masse abzgl. bei Übernahme fehlende Bauteile Korrektur Fahrer und Treibstoffe (75 kg Fahrer, 40 Treibstoff) <b>Bemessungsgrundlage in kg</b></p>	
		1.324.852	1,55%
		83.942.937	
		10.010.290	
		73.832.647	
Bauteilerfülligkeiten aus der Demontage/Schadstoffentfrachtung		Stoff/MV	Therm
Anlasser		140.310	-
div. Aggregate		15.120	-
div. Bauteile (Metall)		112.022	-
Felgen		2.627.245	-
Getriebe		578.271	-
Kraftstoffbehälter Metall		7.641	-
Lichtmaschine		123.109	-
Motor		2.300.398	-
Schwungungsdämpfer		16.966	-
sonstige Flüssigkeitstanks Metall		1.817	-
Wuchtgewichte		3.042	-
Motor- und Getriebeöl(e)		410.170	410,170
Starterbatterie		1.076.743	-
Bremsflüssigkeit		43.707	43,707
Reifen ohne Felge		2.972.751	1.189,100
Gummi- Textilie		3.656	-
große Kunststoffbauteile		25.945	-
Kraftstoffbehälter Kunststoff		1.462	1,462
sonstige Flüssigkeitstanks Kunststoff		654	654
Kältemittel aus der Klimaanlage		767	767
LCD-Anzeigen		116	116
Flüssiggasstank		1	1
Gasentladungslampen		75	23
Frontscheibe		406.739	-
Heckscheibe		310.547	-
Hydrauliköl(e) Halogenfrei		96.178	76,942
Hydrauliköl(e) Halogenhaltig		2.128	2,128
Katalysator		488.333	-
Klimaanlagen		4.919	964
Leiterplatten bestückt		1.019	-
Kühlfülligkeiten		442.407	88,481
		132.722	
Gesamt entnommen		12.214.258	1.811,535
Quotenanteil %		16,52%	2,45%
Masse Input Shredder-Prozess in kg		61.718.369	0,18%
Fe		43.293.747	58,56%
Ne		2.943.173	3,98%
Shredder schwer		4.220.524	5,37%
Shredder leicht		11.260.945	11,54%
Wiederverwendung und stoffliche Verwertung in %		93%	3%
Wiederverwendung und Verwertung in %		96%	4%
<p><b>Basis der Quotenberechnung und Darstellung:</b> Anzahl der in 6 Ö-Shredderanlagen verwerteten AFZ 2009 = 87.046 Stück (Anzahl der zurückgenommene AFZ 2009: 91.196 Stück in <a href="mailto:allauto.at">allauto.at</a> dokumentiert) Daten aus <a href="mailto:allauto.at">allauto.at</a> 2009, 6 Shredderbilanzen 2009, PST-Bilanz 2008 Es wurden folgende Zuordnungen für die beiden PST-Outputfraktionen verwendet: "Harkunststoffgranulate" (VA Linz, Hochoten) = 100% stoffliche Verwertung "Flusen" (Emscher Genossenschaft, Klarschlamm Trocknung) = 100% stoffliche Verwertung</p>		<p>gem. Bilanzergebnis Quotenprozent!</p>	
<p><b>Hinweis:</b> Bei Zuordnungen gem. Dr. Kerl würden sich nebenstehende %-Sätze ergeben: "Harkunststoffgranulate" (VA Linz, Hochoten) = 40% stoffliche und 60% thermische Verwertung "Flusen" (Emscher Genossenschaft, Klarschlamm Trocknung) = 100% thermische Verwertung</p>		<p>82% 14%</p>	
<p>Wiederverwendung und stoffliche Verwertung in %</p>		<p>82%</p>	
<p>Wiederverwendung und Verwertung in %</p>		<p>96%</p>	

## Anhang 3

Bandbreite der Erlöse und Aufwände durch die Verwertung der Ökopremienfahrzeuge

<b>Allgemeiner Aufwand für Shredderbetriebe pro Alt-Pkw<sup>1</sup></b>			
	<b>Aufwand pro Alt-Pkw [€]</b>	<b>Aufwand für 30.000 Alt-Pkw [€]</b>	
<b>Anteil der Shredderbetriebe an der Ökopremie</b>	- 70	- 2.100.000	
Transport und Shredderbehandlung	- 150	- 3.300.000	
Verwaltungskosten	- 40	- 1.200.000	
<b>Summe</b>	<b>- 220</b>	<b>- 6.600.000</b>	
<b>Fraktionsbezogener Erlös bzw. Aufwand<sup>1</sup></b>			
Basis Vorbehandlung und Trockenlegung: Tabelle Anhang 2 (Masse) Basis Shredder-Prozess und Aufbereitung der Fraktionen: Tabelle Anhang 2 (Masse)	<b>Erlös bzw. Aufwand [€/t]</b>	<b>Erlös bzw. Aufwand pro Alt-Pkw [€]</b>	<b>Erlös bzw. Aufwand für 30.000 Alt-Pkw [€]</b>
Anlasser, div. Aggregate, div. Bauteile (Metall), Felgen, Getriebe	+400	+16 - +25	+479.000 - +756.000
Lichtmaschine, Motor, Schwingungsdämpfer	+400	+11 - +18	+336.000 - +531.000
Starterbatterie	+200	+2 - +4	+74.000 - +117.000
Reifen ohne Felge <sup>2</sup>	+250	+5 - +8	+154.000 - +243.000
Katalysator	+5.000	+28 - +44	+842.000 - +1.329.000
<b>Summe Vorbehandlung und Trockenlegung</b>		<b>+63 - +99</b>	<b>+1.885.000 - +2.977.000</b>
Eisen	+95	+47 - +75	+1.417.000 - +2.239.000
NE-Metalle <sup>3</sup>	+1.970	+67 - +105	+1.998.000 - +3.156.000
Shredderschwerfraktion	-140	-7 - -11	-204.000 - -322.000
Shredderleichtfraktion	-140	-18 - -29	-543.000 - -858.000
<b>Summe Shredder-Prozess und Aufbereitung</b>		<b>+89 - +141</b>	<b>+2.669.000 - +4.216.000</b>
<b>Summe Erlöse und Aufwände<sup>1</sup></b>			
<b>Summe der fraktionsbezogenen Erlöse und Aufwände</b>		<b>+152 - +240</b>	<b>+4.553.000 - +7.193.000</b>
<b>Summen der allgemeinen und fraktionsbezogenen Erlöse und Aufwände<sup>1</sup></b>		<b>-68 - +20</b>	<b>-2.047.000 - +593.000</b>

1...alle Angaben sind gerundet    2...nur stoffliche Verwertung und Wiederverwertung

3...70% Alu 1.100 €/t / 30% Rotmetalle 4.000 €/t