

# INFORMATIONEN ZUR UMWELTPOLITIK

189

## Pkw-Emissionen zwischen Norm- und Realverbrauch

Holger Heinfellner, Nikolaus Ibesich, Günther Lichtblau,  
Christian Nagl, Barbara Schodl, Gudrun Stranner



WIEN

# **Pkw-Emissionen zwischen Norm- und Realverbrauch**

Studie im Auftrag der AK Wien

Holger Heinfellner, Nikolaus Ibesich, Günther Lichtblau, Christian Nagl, Barbara Schodl, Gudrun Stranner

Autor: Ing Holger Heinfellner BSc  
DI Nikolaus Ibesich  
DI Günther Lichtblau  
Dr Christian Nagl  
Mag<sup>a</sup> Barbara Schodl  
Mag<sup>a</sup> Gudrun Stranner

Umweltbundesamt GmbH  
1090 Wien, Spittelauer Lände 5  
E-Mail: [office@umweltbundesamt.at](mailto:office@umweltbundesamt.at)

**umweltbundesamt**<sup>U</sup>  
PERSPEKTIVEN FÜR UMWELT & GESELLSCHAFT

Bearbeitung, Layout: Krisztina Hubmann (AK Wien)

Zu beziehen bei: Kammer für Arbeiter und Angestellte für Wien  
Abteilung Umwelt und Verkehr  
1040 Wien, Prinz Eugen-Straße 20-22  
Telefon: +43 / 1 / 501 65-2422  
E-Mail: [uv@akwien.at](mailto:uv@akwien.at)

Stand Oktober 2015  
Medieninhaber: Kammer für Arbeiter und Angestellte für Wien  
1040 Wien Prinz Eugen-Straße 20-22  
Druck: Eigenvervielfältigung  
Verlags- und Herstellort: Wien

ISBN: 978-3-7063- 0584-6

# VORWORT

Die Diskussion über die wachsende Kluft zwischen Herstellerangaben im Verkaufsprospekt und realen Treibstoffverbräuchen bzw. Emissionen von Neuwagen ist neu entfacht. Im Verdacht steht – neben den Manipulationen eines großen Pkw-Herstellers - ein Prüfzulassungsverfahren, bei dem mit „Flexibilitäten“ ein Normverbrauch ermittelt werden kann, der deutlich unter realen Verbräuchen liegt und Pkw-HerstellerInnen bequem die CO<sub>2</sub>-Vorgaben der EU erreichen lässt. Dieser Normverbrauch bei Neuwagen ist aber Ausgangspunkt für die Umweltpolitik, Besteuerung und Kaufentscheidung von KonsumentInnen.

Diese Problematik ist Gegenstand der vorliegenden Studie, die von der Arbeiterkammer Wien im Juni 2015 beim Umweltbundesamt in Auftrag gegeben wurde. Auf der Grundlage der Zulassungsstatistik und repräsentativer Verbraucher-Datenbanken in Europa sollte erstmals für Österreich eine objektive Bestandsaufnahme über das Ausmaß der Abweichung von Herstellerangaben zum Realbetrieb vorgenommen werden. Dafür wurden für die Jahre 2000 bis 2013 auf Basis der österreichischen Zulassungsdaten inklusive Motorisierung (Statistik Austria) jene 30 Fahrzeugmodelle herangezogen, die am häufigsten in Österreich neu zugelassen wurden.

Die Ermittlung realer Treibstoffverbräuche wird durch die Berechnung des tatsächlichen Ausstoßes von Stickoxiden (NO<sub>x</sub>) ergänzt, weil auch gerade moderne Diesel-Pkw im Verdacht stehen, mehr an NO<sub>x</sub> zu emittieren als eigentlich aufgrund ihrer Typzulassung zu erwarten wäre.

Aus Sicht der Arbeiterkammer Wien ist die vorliegende Studie ein erster Anstoß, das bestehende System von Prüfzulassungen in der EU auf neue Beine zu stellen. Dazu sind in erster Linie neue Testverfahren notwendig, die reale Verbrauchswerte ermitteln, sowie ein System von Kontrollen bei bereits in Verkehr gebrachten Neuwagen bezüglich der Konformität von Herstellerangaben und realen Emissionen. Für die AK ist es wichtig, dass sich die KonsumentInnen auf die Verbrauchsangaben verlassen können und nicht mit unerwarteten Mehrkosten konfrontiert werden. Außerdem muss der Straßenverkehr als einer der Hauptverursacher der CO<sub>2</sub> Emissionen seinen Beitrag zum Klimaschutz auch real, und nicht nur durch eine theoretische Emissionsminderung auf Basis des Normverbrauchs - beitragen. Nicht nur die Vorkommnisse in den USA um die Realemissionen eines deutschen Autoherstellers, sondern auch die in der Studie aufgezeigten Defizite untermauern eindringlich unsere Forderungen.

Rudi Kaske

Präsident der AK Wien



# INHALTSVERZEICHNIS

<b>1</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Diskussion der Gesamtproblematik</b>	<b>3</b>
2.1	Emissionen des Verkehrssektors	3
2.2	Emissionsfaktoren gemäß Typprüfung – CO <sub>2</sub> -Monitoring in Österreich und Europa	5
2.2.1	EU-Politik und Herstellerziele	5
2.2.2	EU-Kontrollmechanismen und ihre Umsetzung in Österreich	7
2.2.3	Der NEFZ als Basis für die Ermittlung der CO <sub>2</sub> -Emissionen	9
2.2.4	Entwicklung der CO <sub>2</sub> -Emissionen gemäß NEFZ in Österreich und Europa	11
2.3	Abweichungen zwischen Typprüfung und Realverbrauch	13
2.3.1	Trendbeschreibung der Diskrepanz in Europa	14
2.3.2	Der WLTP als Reaktion auf die wachsende Diskrepanz	19
2.4	Die Luftschadstoffinventur vor dem Hintergrund der Diskrepanz	21
<b>3</b>	<b>Szenarienberechnung und Treibhausgase für Österreich</b>	<b>24</b>
3.1	Österreichspezifische Herstelleranalyse	24
3.2	Szenarien zur Entwicklung der THG-Emissionen in Österreich	33
<b>4</b>	<b>Auswirkungen auf Stickoxidemissionen</b>	<b>35</b>
4.1	Stickstoffoxide und deren Auswirkungen auf Mensch und Umwelt	35
4.2	Verursacher und Trend	35
4.3	Zusammenhang zwischen Emissionen und Belastung (Immissionen)	38
4.4	Entstehung von NO <sub>2</sub> -Emissionen am Fahrzeug	40
4.5	Stickoxid-Nachbehandlungssysteme	41
4.6	NEC Ziel, Begründung der Verfehlung	42
4.7	Entwicklung der NO <sub>x</sub> -Emissionen des Transportsektors – Annahmen und reale Emissionsentwicklung	44
4.8	Externe Kosten	45
4.9	Mögliche Auswirkungen auf die Luftqualität	46
	<b>Literaturliste</b>	<b>47</b>
	<b>Informationen zur Umweltpolitik</b>	

# ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1:	Entwicklung der durchschnittlichen Abweichung zwischen Testverbrauch und Realverbrauch der jeweils zulassungstärksten 30 Fahrzeuge pro Jahrgang	2
Abbildung 2:	Treibhausgasemissionen aus dem Sektor Verkehr, 1990-2012 und Ziel der Klimastrategie 2007	3
Abbildung 3:	THG-Emissionen des Verkehrssektors Österreich 1990-2013	4
Abbildung 4:	Entwicklung der Personenverkehrsleistung (Pkm) in Österreich 1990-2013 Quelle: Datengrundlagen zur Österreichischen Luftschadstoffinventur 2014	5
Abbildung 5:	NEFZ gemäß RL 70/220/EWG, Quelle: (ICCT 2014b)	10
Abbildung 6:	CO <sub>2</sub> -Emissionen 2014 nach Herstellern mit Bezug zu den EU-Grenzwertgeraden 2015 und 2021 für die gesamteuropäische Pkw-Flotte (Quelle: T&E 2015)	12
Abbildung 7:	Entwicklung der CO <sub>2</sub> -Emissionen gemäß NEFZ in Österreich und Europa (eigene Darstellung)	13
Abbildung 8:	Typprüfzyklus PKW im Vergleich zu realem Fahren (CADC)	14
Abbildung 9:	Diskrepanz zwischen Test- und Real-CO <sub>2</sub> -Emissionen für verschiedene Datenquellen inklusive berechnetem Durchschnittswert für Privat- und Firmenfahrzeuge sowie alle Datenquellen	16
Abbildung 10:	Entwicklung der CO <sub>2</sub> -Emissionen gemäß Typprüfung und aus dem realen Fahrbetrieb am Beispiel der Datenbank spritmonitor.de für die Jahre 2001 - 2013	19
Abbildung 11:	WLTP Fahrzyklus (WLTC), Quelle: (ICCT 2014b)	20
Abbildung 12:	Abweichungen der CO <sub>2</sub> -Emissionen lt. Typprüfung zum Realbetrieb der 30 meistzugelassenen Fahrzeugmodelle je Jahrgang in Österreich	26
Abbildung 13:	Realverbrauchsangaben und Schwankungsbreiten der Angaben aus der Datenbank Spritmonitor für die Top 30 Fahrzeugmodelle nach Benzin und Diesel 2013 in Österreich	28
Abbildung 14:	Abweichungen der CO <sub>2</sub> -Emissionen lt. Typprüfung zum Realbetrieb inkl. Trendlinien ausgesuchter Fahrzeugmarken	31
Abbildung 15:	durchschnittliche CO <sub>2</sub> -Emissionen Pkw 2000 bis 2013	32
Abbildung 16:	durchschnittliche CO <sub>2</sub> -Emissionen Pkw 2008 - 2013 mit Fortschreibung bis 2030	33
Abbildung 17:	CO <sub>2</sub> -Emissionen Pkw Gesamt 2000 bis 2013	34
Abbildung 18:	Anteile der Verursachersektoren an den NO <sub>x</sub> -Emissionen in Österreich.	36
Abbildung 19:	Trend der NO <sub>x</sub> -Emissionen (inkl. und exkl. NO <sub>x</sub> aus Kraftstoffexport)	37
Abbildung 20:	Mittelwert der NO <sub>x</sub> - und NO <sub>2</sub> -Konzentration von unterschiedlichen Standorttypen, 1998–2014 (Quelle: UMWELTBUNDESAMT 2015d, Ämter der Landesregierungen, Umweltbundesamt)	38
Abbildung 21:	Modellierte Beiträge verschiedener Quellen zu NO <sub>x</sub> -Jahresmittelwerten an den Messstellen Graz Süd und Don Bosco, Bezugsjahr 2006 (Quelle: AMT DER STEIERMÄRKISCHEN LANDESREGIERUNG 2013).	39
Abbildung 22:	Modellierte Quellzuordnung zum NO <sub>x</sub> -Jahresmittelwert an den Messstellen in Wien (Quelle: KURZ et al. 2014).	39
Abbildung 23:	NO <sub>x</sub> -Emissionsfaktoren von PKW-Diesel – Grenzwerte versus reale Emissionen	41
Abbildung 24:	NO <sub>x</sub> -Emissionen des Verkehrssektors gerechnet mit HBEFA 1.2 und HBEFA 3.2	45

# TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Zusammenfassung der Datenquellen aus (ICCT 2014)	15
Tabelle 2: Zusammenstellung der Abweichungen zwischen Typprüfung und Realbetrieb auf Flottenebene (ICCT 2014, ergänzt um eigene Berechnungen)	17
Tabelle 3: Unterschiede zwischen NEFZ und WLTC (ICCT 2014b)	21
Tabelle 4: Neuzulassungen und Abweichungen der CO <sub>2</sub> -Emissionen aus dem Realbetrieb zur Typprüfung 2013	25
Tabelle 5: Abweichungen der CO <sub>2</sub> -Emissionen aus dem Realbetrieb zur Typprüfung und Anzahl berücksichtigter Fahrzeugmodelle (in Klammer) je Hersteller und Jahr	29
Tabelle 6: CO <sub>2</sub> -Emissionen Pkw Gesamt 2008 bis 2012	34
Tabelle 7: Nationale Emissionen gemäß NEC Richtlinie	43



# 1 ZUSAMMENFASSUNG

Da Personenkraftwagen (PKW) zu den maßgeblichen Verursachern von CO<sub>2</sub> Emissionen zählen (ca 17% der nationalen CO<sub>2</sub> Emissionen im Jahr 2013), wurden im Jahr 1995 von der Europäischen Kommission Strategien zur Minderung der CO<sub>2</sub> Emissionen von PKW erstellt. Im Dezember 2009 wurde hierzu die Verordnung VO (EG) Nr. 443/2009 erlassen, nach welcher die Hersteller den CO<sub>2</sub> Ausstoß von Neuwagen bis 2015 verbindlich auf 120 g CO<sub>2</sub>/km reduzieren müssen. Für 2021 ist der Zielwert von 95 g/km vorgesehen. Gemäß der Auswertung der CO<sub>2</sub> Monitoring Daten werden die Hersteller die Zielvorgabe 2015 erreichen.

Die Daten, die für das CO<sub>2</sub> Monitoring herangezogen werden, basieren allerdings auf Testergebnissen, die unter Laborbedingungen mittels eines festgelegten Fahrprofils, eines sogenannten Testzyklus (NEFZ – Neuer Europäischer Fahrzyklus), ermittelt werden. Europaweite Messungen zeigen, dass es eine über die Zeit zunehmende Kluft zwischen gemessenem Verbrauch bzw. CO<sub>2</sub> Emissionen gemäß Typprüfzyklus und Realemissionen der Fahrzeuge gibt. Diese Studien zeigen ebenfalls, dass es Einflussfaktoren gibt, die diese Differenzen über die Jahre hinweg noch erhöhen.

In der vorliegenden Studie wird untersucht, wie groß die Differenzen bei Verbrauch bzw. CO<sub>2</sub> Emissionen zwischen Realbetrieb und Typprüfmessung in der Österreichischen Neuwagenflotte sind. Hierfür wurden für die Jahre 2000 bis 2013 für die jeweils zulassungstärksten 30 Fahrzeuge die Verbrauchsangaben der Hersteller mit Realverbrauchsdaten verglichen. Für die Herstellerangaben wurde direkt auf Verkaufsprospekte sowie auf Internet-Datenbanken zurückgegriffen. Die Daten zum Realverbrauch stammen aus der Datenbank „spritmonitor.de“, einer öffentlich zugänglichen Datenbank mit Verbrauchsangaben vorwiegend privater Nutzer. Beide Datenquellen unterliegen Unsicherheiten, hinsichtlich der genauen Modellspezifikation und –ausstattung (etwa Automatikgetriebe, Klimatisierung etc.), oder mögliche Ungenauigkeiten bei der Dateneingabe. Die Ergebnisse wurden daher auch Daten verfügbarer internationaler Studien wie auch Angaben aus Emissionsberechnungsmodellen und der Österreichischen Luftschadstoffinventur gegenübergestellt - und zeigen eine sehr gute Übereinstimmung.

## **Abweichung beim Verbrauch**

Der Abstand zwischen den offiziellen Verbrauchsangaben für die Fahrzeuge und dem realen Verbrauch hat deutlich zugenommen: Im Jahr 2000 lag die Differenz zwischen Testangaben und Realverbrauch der zulassungstärksten Fahrzeuge bei 7%, bis 2013 erhöhte sich der Abstand auf 27%.

Grund für diese Abweichung sind realitätsferne Fahrzyklen, die in den Verbrauchstests zu absolvieren sind. Diese spiegeln reales Fahrverhalten (speziell Beschleunigung und Höchstgeschwindigkeit) nur unzureichend wieder. Höhere Motorlasten werden u.a. in den bestehenden Tests kaum abgefragt. Weitere Einflussfaktoren, wie etwa tiefe Temperaturen, werden nicht berücksichtigt. Zusätzlich zu der mangelnden Abbildung realer Betriebsbedingungen verfügen moderne Fahrzeuge über elektronische Motorsteuerungen, die eine gezielte Adaptierung des Fahrzeugs an den Prüfzyklus ermöglichen. Hierdurch werden im Testbetrieb niedrige Verbrauchs-

und Emissionswerte erzielt, die im Realbetrieb teils weit überschritten werden. Diese Adaptierung ist nach den geltenden rechtlichen Rahmenbedingungen gesetzlich zulässig.

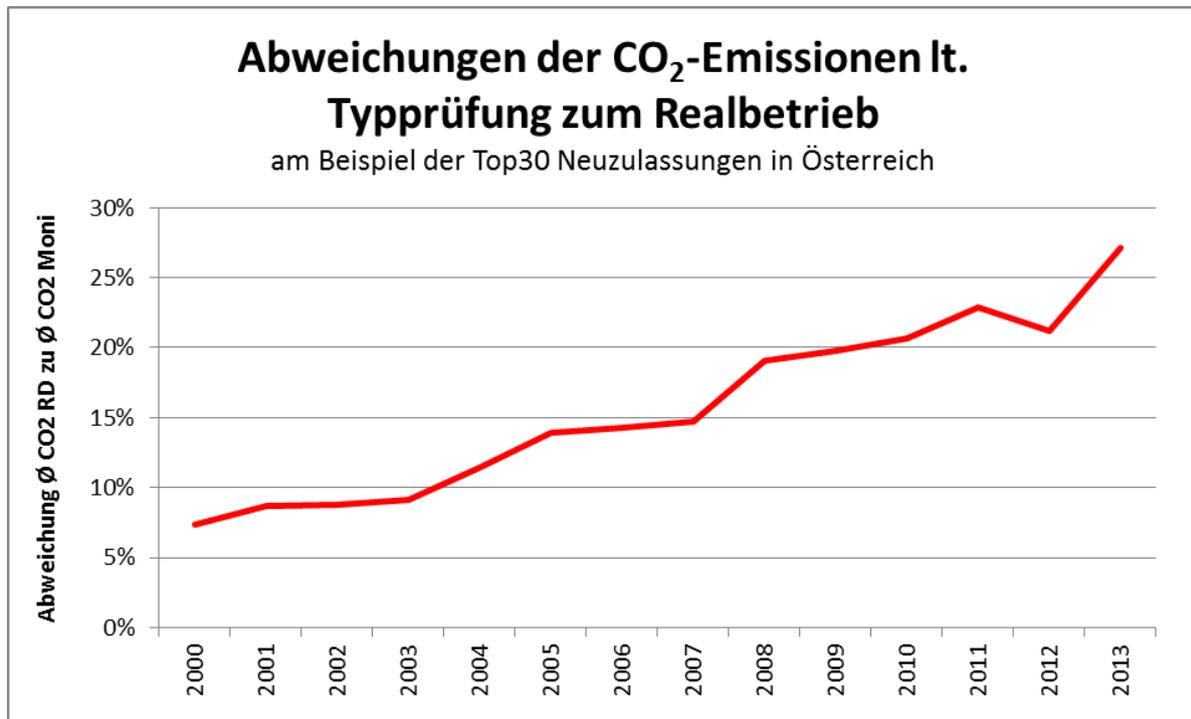


Abbildung 1: Entwicklung der durchschnittlichen Abweichung zwischen Testverbrauch und Realverbrauch der jeweils zulassungsstärksten 30 Fahrzeuge pro Jahrgang

### Abweichung bei NOx-Emissionen

Bei den Stickoxid-Emissionen der PKW sind ebenso Abweichungen zwischen Test- und Realbetrieb festzustellen. Die ab dem Jahr 2010 geltenden Immissionsgrenzwerte für Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) in Österreich können an vielen verkehrsnahen Messstellen nicht eingehalten werden. Wie die Messungen der letzten Jahre zeigten, haben NOx-Emissionen und die Konzentrationen in der Umgebungsluft nicht in dem Ausmaß abgenommen wie es die Abgasgesetzgebung ursprünglich erwarten ließ. Dies ist u.a. auf die Diskrepanz zwischen Emissionsgrenzwerten und Testergebnissen unter Laborbedingungen und den Fahrzeugemissionen im realen Fahrbetrieb zurückzuführen.

Die derzeitige Testpraxis führt zu teils hohen Abweichungen bei Verbrauchsangaben, was bei KonsumentInnen zu einer reduzierten Glaubwürdigkeit der Verbrauchsangaben bzw. nicht vorhersehbaren Mehrkosten im Betrieb führt. Bei Treibhausgasen und Schadstoffen werden hierdurch Mehremissionen verursacht, die etwa zur Überschreitung der Nationalen Emissionshöchstmengen beitragen.

Zur Lösung dieser Situation, ist die rasche Einführung geeigneter Testverfahren zu empfehlen, die den Realverbrauch realistisch wiedergeben. Derzeit geplant ist die Einführung realitätsnäherer Testverfahren ab 2017, die konkrete Ausgestaltung der Testprozedur ist jedoch noch festzulegen. Hier sind politische EntscheidungsträgerInnen und Fahrzeughersteller gefordert, für die Einführung von Testbedingungen zu sorgen, die reale Verbräuche und Emissionen repräsentieren.

## 2 DISKUSSION DER GESAMTPROBLEMATIK

### 2.1 Emissionen des Verkehrssektors

Die wesentlichen Verursacher der Österreichischen Treibhausgas-Emissionen waren im Jahr 2013 die Sektoren Energie und Industrie (45,6 %), Verkehr (28,0 %), Gebäude (10,5 %) sowie Landwirtschaft (9,7 %). Diese Sektoren sind für rund 95 % der Treibhausgas-Emissionen verantwortlich.

Den stärksten Anstieg der Treibhausgas-Emissionen seit 1990 verzeichnet der Sektor Verkehr mit einem Plus von 8,5 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalent bzw. 61,4 %. Neben den seit 1990 gestiegenen Fahrleistungen auf Österreichs Straßen ist für den deutlichen Anstieg der Treibhausgas-Emissionen seit 1990 auch der Kraftstoffexport<sup>1</sup>, der im Jahr 2013 einen Anteil von 28% an den gesamten THG-Emissionen des Verkehrssektors ausmacht, verantwortlich.

Der Sektor Verkehr ist jener Sektor, in dem die größte Lücke im Vergleich zu den sektoralen Zielen der Klimastrategie (2007) bestand. Die Treibhausgasemissionen des Verkehrssektors lagen im Jahr 2012 um ca 2,8 Mio. Tonnen über dem sektoralen Ziel der Klimastrategie. Das Ziel und die Zielverfehlung werden in nachfolgender Abbildung dargestellt.

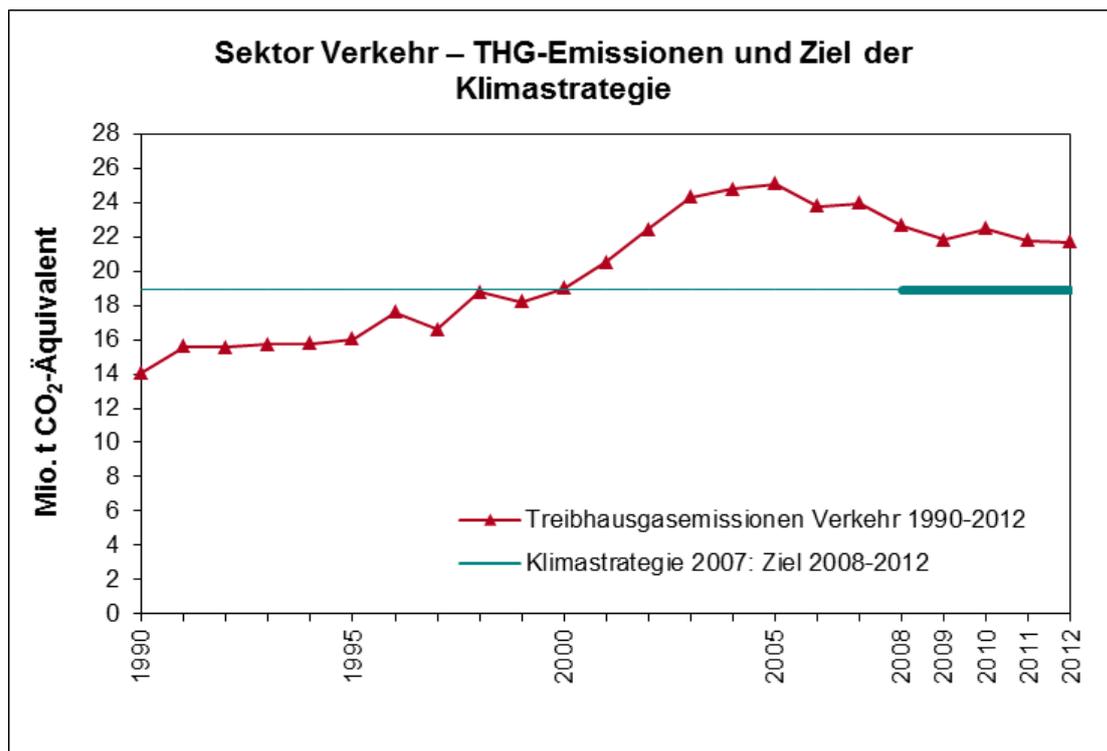


Abbildung 2: Treibhausgasemissionen aus dem Sektor Verkehr, 1990-2012 und Ziel der Klimastrategie 2007

<sup>1</sup> Unter Kraftstoffexport wird hier der Kraftstoffexport in Fahrzeugtanks verstanden, somit jene Kraftstoffmenge, welche in Österreich vertankt, aber im Ausland verfahren wird. Vgl UMWELTBUNDESAMT (2015b)

### Straßenverkehr ist größte THG-Quelle im Verkehr

Hauptemittent im Verkehrssektor ist der Straßenverkehr, der von 13,3 Mio. Tonnen im Jahr 1990 auf rund 21,8 Mio. Tonnen im Jahr 2013 gestiegen ist. Der Straßenverkehr macht rund 28 % der gesamten nationalen Treibhausgas-Emissionen und rund 99 % der Treibhausgas-Emissionen des gesamten Verkehrssektors im Jahr 2013 aus. Die restlichen 1 % der gesamten Treibhausgas-Emissionen des Verkehrssektors verteilen sich auf Emissionen aus Bahn-, Schiff- und nationalem Flugverkehr und mobilen militärischen Geräten.<sup>2</sup>

Die Trendentwicklung zeigt einen deutlichen Emissionsrückgang von 2005 auf 2006, der v.a auf die Substitutionsverpflichtung fossiler Kraftstoffe durch Biokraftstoffe gemäß Kraftstoffverordnung (BGBl. II Nr. 398/2012) zurückzuführen ist. Die schwache wirtschaftliche Konjunktur ist im Wesentlichen für die Abnahme der Emissionen in den Jahren 2008 auf 2009 verantwortlich. 2010 stiegen die Emissionen aus dem Verkehrssektor wieder an, vor allem wegen der erhöhten Nachfrage nach Gütertransportleistung als Folge der leichten wirtschaftlichen Erholung. Der Rückgang der Emissionen im Jahr 2011 ist auf einen verringerten Kraftstoffabsatz aufgrund steigender Kraftstoffpreise zurückzuführen. Der starke Anstieg der Emissionen im Jahr 2013 lässt sich mit dem stark gestiegenen Kraftstoffabsatz, vor allem beim Kraftstoffexport, erklären.

Die folgende Abbildung zeigt die Entwicklung der THG-Emissionen des Straßenverkehrs seit 1990.

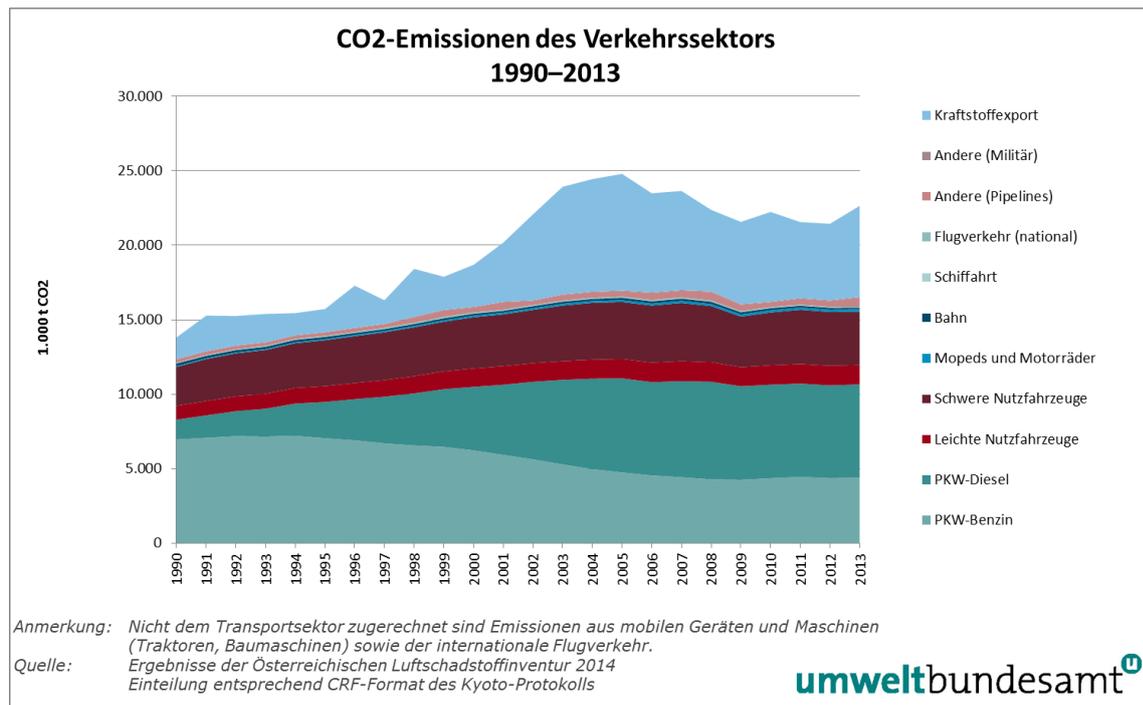


Abbildung 3: THG-Emissionen des Verkehrssektors Österreich 1990-2013

Von den gesamten THG-Emissionen des Straßenverkehrs werden im Jahr 2013 rund 45 % vom Güterverkehr und 54 % vom Personenverkehr verursacht. Die unten stehende Abbildung zeigt den stetigen Anstieg der Personenverkehrsleistung seit 1990.

<sup>2</sup> Vgl. UMWELTBUNDESAMT (2015b)

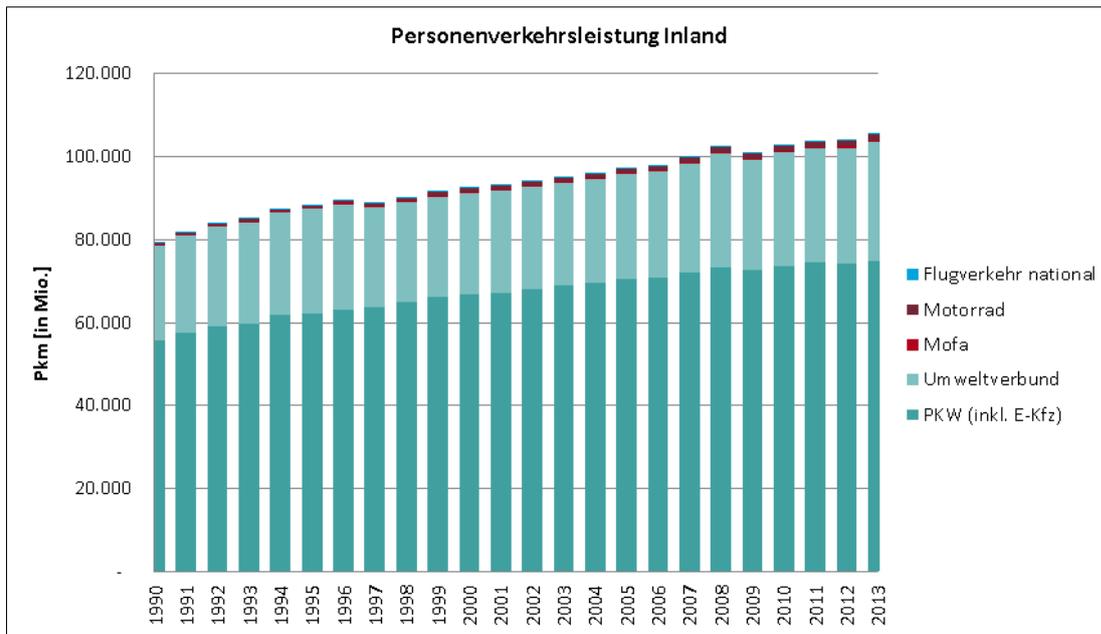


Abbildung 4: Entwicklung der Personenverkehrsleistung (Pkm) in Österreich 1990-2013  
Quelle: Datengrundlagen zur Österreichischen Luftschadstoffinventur 2014

## 2.2 Emissionsfaktoren gemäß Typprüfung – CO<sub>2</sub>-Monitoring in Österreich und Europa

### 2.2.1 EU-Politik und Herstellerziele

Im Rahmen des Kyoto-Protokolls (1997) verpflichteten sich 35 Industriestaaten, darunter die EU-15 Staaten, im Zeitraum 2008–2012 die Treibhausgasemissionen um 5 % bzw. für die EU-15 um 8 % gegenüber 1990 zu senken. Im Rahmen der EU-Lastenaufteilung ist Österreich verpflichtet, seine Treibhausgasemissionen um 13 % zu verringern.

Da Pkw zu den maßgeblichen Verursachern von CO<sub>2</sub>-Emissionen zählen, wurde 1995 von der Europäischen Kommission eine Strategie zur Minderung der CO<sub>2</sub>-Emissionen von Personenkraftwagen erstellt (KOM/95/689). Als Ziel wurde für die Neuwagenflotte ein durchschnittlicher Wert von 120 g CO<sub>2</sub>/km (entspricht dem Verbrauch von 5 Litern pro 100 km für Ottomotoren und 4,5 Litern pro 100 km für Dieselmotoren) für das Jahr 2012 festgelegt. Seit dem Jahr 2000 gibt es eine Berichtspflicht<sup>3</sup> der Mitgliedstaaten über die CO<sub>2</sub>-Emissionen neu zugelassener Pkw (CO<sub>2</sub> Monitoring).

Die Strategie der Kommission baute bisher auf drei Kernbereichen auf:

1. Selbstverpflichtung der Automobilindustrie

<sup>3</sup> Entscheidung Nr. 1753/2000/EG vom 22. Juni 2000 zur Einrichtung eines Systems zur Überwachung der durchschnittlichen spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen neuer Personenkraftwagen.

Eine der Strategien der Gemeinschaft war die Umweltvereinbarung mit der Automobilindustrie im Jahr 1998. Ziel war es, bis zum Jahr 2008/09 durch technische Maßnahmen eine Reduktion des spezifischen CO<sub>2</sub>-Verbrauchs auf 140 g/km zu erreichen.

Entsprechende Selbstverpflichtungen wurden vom europäischen Automobilherstellerverband (ACEA)<sup>4</sup> für das Jahr 2008, vom japanischen (JAMA)<sup>5</sup> und vom koreanischen (KAMA)<sup>6</sup> Herstellerverband für das Jahr 2009 eingegangen.

Bei Nicht-Erreichen der Ziele im Jahr 2008/09 wurde von der Europäischen Kommission eine Verordnung mit verpflichtenden Zielwerten für die CO<sub>2</sub>-Emissionen von Pkw angekündigt.

## 2. Angabe des Kraftstoffverbrauchs und der spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen von Kraftfahrzeugen

Im Jahr 1999 trat die Richtlinie 1999/94/EG in Kraft. Diese verlangt, dass den KonsumentInnen die entsprechenden Verbrauchs- und Emissionsinformationen beim Kauf oder Leasing von Fahrzeugen zur Verfügung gestellt werden.<sup>7</sup>

## 3. Förderung von Pkw mit geringem Kraftstoffverbrauch durch fiskalische Maßnahmen

Im Juli 2002 unterbreitete die Europäische Kommission den Mitgliedstaaten den Vorschlag, die Besteuerung von Pkw auf Basis der CO<sub>2</sub>-Emissionen vorzunehmen (KOM/2002/431). Im Juli 2005 wurde diese Empfehlung in einem weiteren Dokument bekräftigt (KOM/2005/261).

Die Evaluierung der Berichte zum CO<sub>2</sub>-Monitoring in den Mitgliedstaaten ergab, dass das Ziel der Selbstverpflichtung der Automobilindustrie nicht erreicht wurde. Daher wurde, aufbauend auf dem Vorschlag der Kommission (KOM/2007/856), im Dezember 2008 die Verordnung VO (EG) Nr. 443/2009 vom Europäischen Parlament und Rat beschlossen. Diese ersetzt die Selbstverpflichtung der Automobilindustrie durch eine Verordnung mit verpflichtenden Normen. Die Verordnung hält an dem von der EU-Kommission vorgeschlagenen Ziel eines durchschnittlichen CO<sub>2</sub>-Ausstoßes von 120 g CO<sub>2</sub>/km für Neuwagen fest, allerdings mit einem anderen Zeithorizont in der Umsetzung.

Ab 2012 bis 2015 sollen die Autohersteller den CO<sub>2</sub>-Ausstoß von Neuwagen verbindlich auf durchschnittlich 120 g/km senken. Der zu erreichende Zielwert wird dabei für jedes Fahrzeug eines Herstellers in Abhängigkeit vom Fahrzeuggewicht berechnet und über alle zugelassenen Fahrzeuge eines Herstellers gemittelt; eine höhere (Flotten-)Masse ergibt einen höheren Zielwert, eine geringere einen niedrigeren.

Die Verordnung schreibt vor, dass als Basis 130 g CO<sub>2</sub>/km durch Verbesserungen bei der Motorentchnik sowie mit Hilfe innovativer Technologien erreicht werden müssen. Dabei können Einsparungen von bis zu 7 g/km durch sogenannte „Ökoinnovationen“ (etwa Solardächer, Energiesparleuchten, Abwärmespeicher), die bei der Typenprüfung nicht erfasst werden, angerechnet werden.

---

<sup>4</sup> ACEA gehören Alfa Romeo, Alpina, Aston Martin, Audi, BMW, Bentley, Cadillac, Chevrolet, Chrysler, Citroen, Daimler, Ferrari, Fiat, Ford, General Motors, Jaguar, Jeep, Lamborghini, Lancia-Autobianchi, Land-Rover, Maserati, Mcc (Smart), Mercedes-Benz, Mini, Opel, Peugeot, Porsche, Renault, Rolls-Royce, Saab, Seat, Skoda, Vauxhall, Volkswagen und Volvo an.

<sup>5</sup> JAMA gehören Daihatsu, Honda, Isuzu, Lexus, Mazda, Mitsubishi, Nissan, Subaru, Suzuki und Toyota an.

<sup>6</sup> KAMA gehören Daewoo, Hyundai, Kia und Ssang-Yyong an.

<sup>7</sup> Im Jahr 2001 wurde diese Richtlinie in Österreich mit dem Personenkraftwagen-Verbraucherinformationsgesetz (Pkw-VIG) in nationales Recht übergeführt, Web-Plattform: [www.autoverbrauch.at](http://www.autoverbrauch.at)

Eine weitere CO<sub>2</sub>-Reduktion, die zur Erreichung des EU-Gesamtziels von 120 g/km benötigt wird, soll durch zusätzliche fahrzeugtechnische Maßnahmen erreicht werden – wie z. B. Leichtlaufreifen, effiziente Klimaanlage, Gangwechsellanzeigen oder die Nutzung von Biokraftstoffen. Entsprechende Modalitäten wurden in der Durchführungsverordnung VO (EU) Nr. 725/2011 sowie der Verordnung VO (EU) Nr. 63/2011 festgelegt.

Der Zielwert von 130 g CO<sub>2</sub>/km muss im Durchschnitt über die ganze Neuwagenflotte in der EU bis zum Jahr 2015 zur Gänze erreicht werden. Dabei müssen ab dem Jahr 2012 zunächst 65 % (und danach mit zunehmendem Prozentsatz: 75 % ab 2013, 80 % ab 2014, 100 % ab 2015) der jeweiligen herstellerspezifischen Zielwerte, die als Funktion der Fahrzeugmasse definiert sind, erzielt werden.

Bei Überschreiten der Zielwerte werden zwischen 2012 und 2015 gestaffelte Pönalen für jedes Gramm CO<sub>2</sub> pro Kilometer fällig, wobei bei marginalen Überschreitungen von bis zu 3 g CO<sub>2</sub>/km reduzierte Pönalen festgelegt sind. Ab 2019 ist eine Pönale von 95 € bereits ab dem ersten Gramm über dem Zielwert fällig.

Ab 2021 darf der durchschnittliche CO<sub>2</sub>-Wert für die gesamte Neuwagenflotte in der EU höchstens 95 g CO<sub>2</sub>/km betragen. Von 2015 bis 2021 werden dadurch die CO<sub>2</sub>-Emissionen um weitere 27 % reduziert.

Für kleine Hersteller, die weniger als 10.000 Fahrzeuge produzieren, sowie für Nischenhersteller, die Volumina zwischen 10.000 und 300.000 Fahrzeuge pro Jahr herstellen, gibt es in der Verordnung Ausnahmeregelungen und spezifisch definierte Emissionsziele.

Umweltfreundliche Pkw mit spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen von weniger als 50 g/km (z. B. Elektrofahrzeuge) werden insofern berücksichtigt, als sie von 2012 bis 2015 sowie ab 2020 bei der Berechnung des Flottendurchschnitts eines Herstellers mehrfach gezählt werden können (sog. Supercredits). Damit verringern sie die durchschnittlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen der Fahrzeugflotte eines Herstellers zusätzlich.

## 2.2.2 EU-Kontrollmechanismen und ihre Umsetzung in Österreich

Mit der Entscheidung Nr. 1753/2000/EG wurde die Einrichtung eines Systems zur Überwachung der durchschnittlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen neuer Personenkraftwagen zur Überprüfung der Selbstverpflichtung der Automobilhersteller beschlossen. Gemäß Art. 4 Abs. 4 dieser Entscheidung sind von den Mitgliedstaaten jährlich die geforderten Daten an die Europäische Kommission zu melden.<sup>8</sup> Die Anzahl der neu zugelassenen Fahrzeuge sowie die durchschnittlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen sind zu erfassen und zu übermitteln. Des Weiteren hat eine Aufteilung der Daten zu erfolgen nach:

- spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen (in g/km),
- Kraftstofftyp (z. B. Benzin, Diesel und alternative Kraftstoffe),
- Hersteller beziehungsweise Marke,
- Masse (in kg),

---

<sup>8</sup> Die Entscheidung Nr. 1753/2000/EG wurde durch die Verordnung VO (EG) Nr. 443/2009 außer Kraft gesetzt. Aus Gründen der Datenkonsistenz über den Betrachtungszeitraum wird der hier vorliegende Bericht weiterhin gemäß der Vorgaben der Entscheidung Nr. 1753/2000/EG aufbereitet. Parallel dazu berichtet die Republik Österreich die Monitoringdaten gemäß VO (EG) Nr. 443/2009 an die Europäische Kommission.

- Nennleistung (in kW) und
- Hubraum (in cm<sup>3</sup>).

Mit 1. Januar 2010 wurden die Vorgaben zum CO<sub>2</sub>-Monitoring durch die VO (EG) Nr. 443/2009 wesentlich erweitert und verbindliche Grenzwerte für die Fahrzeughersteller definiert. Die Mitgliedstaaten müssen seither die folgenden Angaben über neue Personenkraftwagen, die in ihrem Hoheitsgebiet zugelassen werden, erfassen und an die Europäische Kommission bis 28. Februar des Folgejahres übermitteln:

- Hersteller,
- Typ, Variante und Version,
- spezifische CO<sub>2</sub>-Emissionen (in g/km),
- Masse (in kg),
- Radstand (in mm) und
- Spurweite (in mm).

Zusätzlich ermittelt jeder Mitgliedstaat für jeden Hersteller

- a. die Gesamtzahl der in seinem Hoheitsgebiet zugelassenen neuen Pkw,
- b. die durchschnittlichen spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen,
- c. die durchschnittliche Masse,
- d. für jede Version, jede Variante und jeden Typ eines neuen Pkw
  - i. die Gesamtzahl der in seinem Hoheitsgebiet zugelassenen neuen Pkw,
  - ii. die spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen und den Anteil der Emissionsreduktion durch innovative Technologien,
  - iii. die Masse,
  - iv. die Fahrzeugstandfläche des Pkw.

Für Österreich nimmt das Umweltbundesamt im Auftrag des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft die Aufgabe der verpflichtenden Berichterstattung wahr.

Grundlage für das CO<sub>2</sub>-Monitoring bilden die Daten der Statistik Austria. Als Basis gelten die Neuzulassungen von Pkw bei den Kfz-Versicherungsanstalten. Als Neuzulassungen werden fabrikneue Fahrzeuge verstanden, die zum ersten Mal in Österreich zugelassen werden. Als Personenkraftwagen werden nur Fahrzeuge der Kategorie M1<sup>9</sup> ausgewiesen.

---

<sup>9</sup> Klasse M: Kraftfahrzeuge für Personenbeförderung mit mindestens vier Rädern bis maximal 2,6 t Gesamtgewicht sowie Kraftfahrzeuge für Personenbeförderung mit drei Rädern und einer zulässigen Gesamtmasse von über 1 t; Klasse M1: Fahrzeuge für Personenbeförderung mit höchstens 8 Sitzplätzen außer dem Fahrersitz.

Die Angaben über die CO<sub>2</sub>-Werte und den durchschnittlichen Kraftstoffverbrauch stammen primär aus den Certificate of Conformity – den COC-Papieren<sup>10</sup> (EU-Typenbescheinigung) – welche den im Typenprüfzyklus (NEFZ<sup>11</sup>) gemessenen Wert angeben.

### 2.2.3 Der NEFZ als Basis für die Ermittlung der CO<sub>2</sub>-Emissionen

Der neue Europäische Fahrzyklus (NEFZ) legt fest, unter welchen Bedingungen ein Fahrzeug mit Verbrennungsmotor bei der Ermittlung des Kraftstoffverbrauchs und damit der CO<sub>2</sub>-Emissionen betrieben werden muss. Das Ergebnis des Verbrauchstests gemäß NEFZ findet Eingang in das COC-Papier eines Fahrzeuges und beschreibt damit den „offiziellen“ Kraftstoffverbrauch.

Der NEFZ reicht zurück bis zum Ende der 1960er Jahre, als in Deutschland und Frankreich erste Abgasnormen beschlossen wurden, die zum gemeinsamen Fahrzyklus der Richtlinie 70/220/EWG vom März 1970 führten. 1976 folgte als Folge der ersten Ölkrise eine erste Methode der Wirtschaftskommission der Vereinten Nationen für Europa zur Messung des Kraftstoffverbrauchs, die 1978 in die DIN-Norm 70030 überführt wurde. Dieser Fahrzyklus umfasste bereits die Simulation von Stadtverkehr und zusätzlich konstanten Geschwindigkeiten von 90km/h und 120km/h und kam dem heute noch im Einsatz befindlichen Prüfzyklus bereits sehr nahe.

1992 schließlich wurde die Simulation des Stadtverkehrs auf Basis der DIN-Norm 70030 in die Richtlinie 70/220/EWG übernommen und so der NEFZ (engl.: *New European Driving Cycle*, NEDC) ins Leben gerufen. Seit dem Jahr 1997 muss die im NEFZ ermittelte Abgasnorm zur Berechnung des Kraftstoffverbrauchs herangezogen werden. Mit der Abgasnorm EURO-III wurde der NEFZ um ein Kaltstartelement erweitert, wonach die Messung bei auf rund 25°C vorgeheizten Fahrzeugen sofort und nicht wie davor erst nach 40 Sekunden startet. Die Richtlinie 70/220 wurde mit Einführung des EURO 5 Abgasstandards durch die Verordnung 715/2007 ersetzt. Im Zuge dessen wurde empfohlen, den Fahrzyklus einer Überprüfung zu unterziehen, er wird jedoch nach wie vor angewandt.

Für die Ermittlung des Verbrauchs eines Fahrzeuges werden zunächst Roll- und Luftwiderstand auf der Straße ermittelt und auf einen Rollenprüfstand übertragen. Eben dort wird das Fahrzeug dann, nachdem es sechs Stunden bei einer Umgebungstemperatur von 20°C bis 30°C abgestellt wurde, dem eigentlichen Prüfzyklus unterzogen. Dieser dauert 1180 Sekunden, also rund 20 Minuten, und simuliert zu zwei Drittel Stadtverkehr und zu einem Drittel außerstädtische Fahrbedingungen bei einer durchschnittlichen Geschwindigkeit von 33,6km/h und einem Leerlaufanteil von rund 23,7% (vgl Abb 5). Die so ermittelten CO<sub>2</sub>-Emissionen werden anschließend in einen Kraftstoffverbrauch umgerechnet und in das COC-Papier des jeweiligen Fahrzeuges übertragen.

---

<sup>10</sup> Übereinstimmungsbescheinigung; entspricht im Wesentlichen dem Typenschein. Das COC-Papier bestätigt, dass das neue Fahrzeug zum Zeitpunkt der Auslieferung der EU-Betriebserlaubnis für dieses Fahrzeug entsprochen hat. Zwingend vorgeschrieben ist eine EU-Betriebserlaubnis für neue Fahrzeugtypen ab 1997.

<sup>11</sup> NEFZ – Neuer Europäischer Fahrzyklus; Fahrzyklus bei der Typenprüfung zur Bestimmung von Verbrauch und Abgasemissionen = NEDC (New European Driving Cycle)

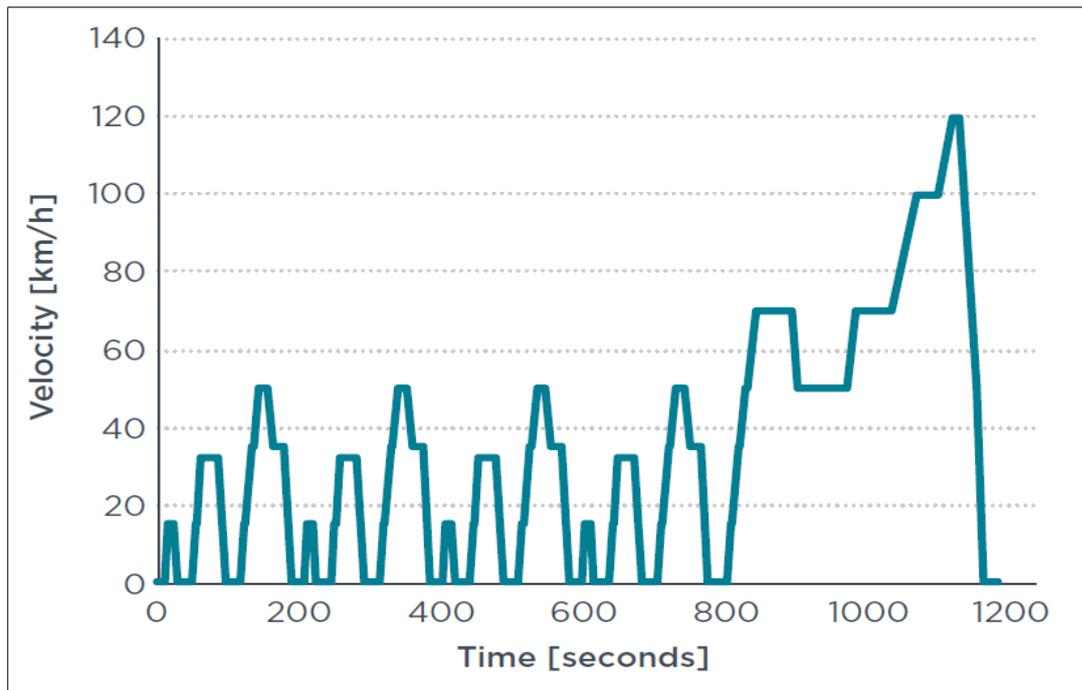


Abbildung 5: NEFZ gemäß RL 70/220/EWG, Quelle: (ICCT 2014b)

Die Ursprünge, aus denen heraus sich der NEFZ entwickelt hat, waren nicht dazu gedacht, den Kraftstoffverbrauch eines Fahrzeuges, sondern die emittierten Luftschadstoffe zu ermitteln. Dennoch wurde und wird der NEFZ noch heute für eben diesen Zweck angewandt. Der Vorteil eines standardisierten Prüfzyklus unter Laborbedingungen besteht in der Reproduzierbarkeit sowie der einfachen Vergleichbarkeit der Messergebnisse.

Dem gegenüber stehen zahlreiche Nachteile des NEFZ, die dazu führen, dass die Messergebnisse nicht den Kraftstoffverbrauch im Realbetrieb abbilden. So bildet der Fahrzyklus beispielsweise kein reales Fahrverhalten ab, da Geschwindigkeiten über 120 km/h nicht erfasst und ein unrealistisches niedriges Beschleunigungsverhalten zugrunde gelegt werden. Des Weiteren werden wenige Vorgaben für die Fahrzeughersteller definiert, was dazu führt, dass das Fahrzeug am Prüfstand hinsichtlich der CO<sub>2</sub>-Emissionen optimiert wird und nicht mehr das Emissionsverhalten des Serienfahrzeuges im Straßenbetrieb aufweist. Als Beispiele für diese Optimierungen können genannt werden:

- Erhöhter Reifendruck zur Reduktion des Rollwiderstandes
- Abkleben von Fugen der Außenhülle zur Reduktion des Luftwiderstandes
- Abklemmung der Lichtmaschine
- Veränderung der Spur- und Sturzeinstellung der Räder
- Minimierung des Fahrzeuggewichtes
- Optimierung der Motorkennfelder

## 2.2.4 Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emissionen gemäß NEFZ in Österreich und Europa

Der Fortschritt der Fahrzeughersteller in der Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen gemäß NEFZ wird durch die Mitgliedstaaten erhoben und auf gesamteuropäischer Ebene jährlich an die Europäische Kommission gemeldet.

Für das Jahr 2014 wurde ein, über die gesamteuropäische Neuzulassungs-Fahrzeugflotte der 15 verkaufsstärksten Fahrzeughersteller gemittelter, Emissionsfaktor von 123,4g CO<sub>2</sub>/km ermittelt (T&E 2015). Damit haben die Fahrzeughersteller im Durchschnitt den Grenzwert der Europäischen Kommission von 130g CO<sub>2</sub>/km im Jahr 2015 bereits übererfüllt. Die Reduktion zum Vorjahr (2013: 126,8g CO<sub>2</sub>/km) ist mit rund 2,7% deutlich niedriger als im Jahr 2013 (4,1%) und auch niedriger als der langjährige Durchschnitt von 3,6% zwischen 2007 und 2014. Grund für die vorzeitige Unterschreitung der Zielwerte ist neben der technologischen Entwicklung auch die verbesserte Möglichkeit der Hersteller, die Fahrzeuge an den Fahrzyklus anzupassen.

Der Vergleich der 15 zulassungstärksten Fahrzeughersteller (BMW, Daimler, Fiat, Ford, General Motors, Honda, Hyundai, Mazda, Nissan, Peugeot-Citroen, Renault, Suzuki, Toyota, Volkswagen, Volvo) zeigt ein heterogenes Bild. Den niedrigsten Emissionsfaktor weist Peugeot-Citroen auf, dessen neuzugelassene Fahrzeuge gemäß NEFZ im Schnitt 110,1g CO<sub>2</sub>/km emittieren. Am anderen Ende der Liste liegt Honda mit einem durchschnittlichen Emissionsfaktor von 133,9g CO<sub>2</sub>/km für alle neuzugelassenen Fahrzeuge.

Die größte Reduktion zum Vorjahr erreichte Nissan mit 12,1%, was auf zahlreiche Modellupdates und Weiterentwicklungen in der Motorenpalette zurückgeführt werden kann. Den ausgewerteten Daten zufolge verschlechtert haben sich die Emissionsfaktoren der neuzugelassenen Fahrzeuge von Ford (von 121,6g CO<sub>2</sub>/km auf 121,7g CO<sub>2</sub>/km, d.h. +0,1) und Hyundai (von 130,0g CO<sub>2</sub>/km auf 130,5g CO<sub>2</sub>/km, d.h. +0,4).

Die durchschnittlichen Grenzwerte der Europäischen Kommission von 130g CO<sub>2</sub>/km im Jahr 2015 werden auf Herstellerebene in Abhängigkeit des durchschnittlichen Flottengewichts gemäß nachfolgender Formel adjustiert:

$$\text{CO}_2 = 130 + a \times (M - M_0)$$

- M<sub>0</sub> ... Bezugsmasse (Basiswert aus 2006 der EU-Gesamtflotte), 1.372 kg
- M ... Flottendurchschnitt der Masse der Pkw eines Hersteller(s)/-pools
- a ... Steigung der Gerade; 0,0457

Dies hat zur Folge, dass jene Hersteller mit den niedrigsten Emissionsfaktoren nicht notwendigerweise am deutlichsten ihre jeweiligen Grenzwerte unterschreiten. Eine entsprechende Analyse für das Jahr 2014 zeigt, dass mit Ausnahme von Honda, Hyundai und Suzuki alle Fahrzeughersteller ihre jeweiligen Grenzwerte für 2015 bereits 2014 erfüllt haben (vgl. Abb 6). Im Hinblick auf das 95g CO<sub>2</sub>-Ziel im Jahr 2021 zeigt eine Abschätzung auf Basis der Entwicklungsraten der vergangenen Jahre, dass die Hersteller Fiat, General Motors, Honda, Hyundai, Mazda und Suzuki die Entwicklung beschleunigen müssen, um ihre jeweiligen Herstellerziele zu erreichen.

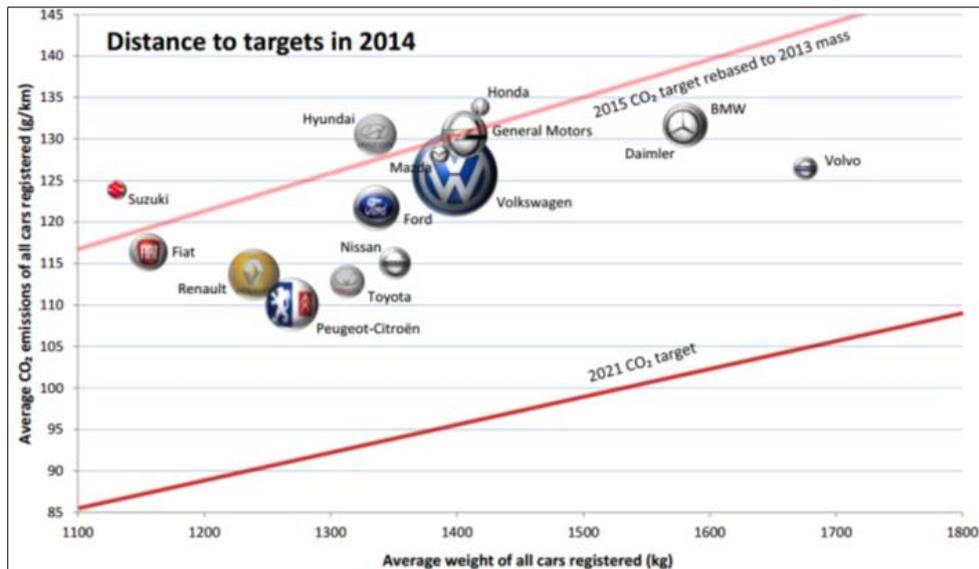


Abbildung 6: CO<sub>2</sub>-Emissionen 2014 nach Herstellern mit Bezug zu den EU-Grenzwertgeraden 2015 und 2021 für die gesamteuropäische Pkw-Flotte (Quelle: T&E 2015)

Der Fortschritt der Fahrzeughersteller in der Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen gemäß NEFZ in Bezug auf die Fahrzeugflotte in Österreich wird ebenfalls jährlich und im Auftrag des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft vom Umweltbundesamt analysiert und publiziert.

Im Jahr 2013 wurde für rund 317.000 neuzugelassene diesel- und benzinbetriebene Pkw ein durchschnittlicher Emissionsfaktor von 131,5g CO<sub>2</sub>/km (Diesel: 134g CO<sub>2</sub>/km, Benzin: 129g CO<sub>2</sub>/km) ermittelt (UBA 2014). Wie Abbildung 7 zeigt, liegt dieser Wert, wie bereits in den Jahren davor, über dem jeweiligen europäischen Durchschnitt, was auf den vergleichsweise hohen Anteil an leistungsstarken und schweren Pkw in Österreich zurückzuführen ist. Die Einhaltung des Grenzwertes der Europäischen Kommission von 130g CO<sub>2</sub>/km im Jahr 2015 scheint aus heutiger Sicht jedoch auch für die österreichische Flotte als wahrscheinlich. Die Reduktion zum Vorjahr (2012: 136,2g CO<sub>2</sub>/km) beträgt rund 3,5% und entspricht damit dem langjährigen Durchschnitt von ebenfalls 3,5% zwischen 2007 und 2013.

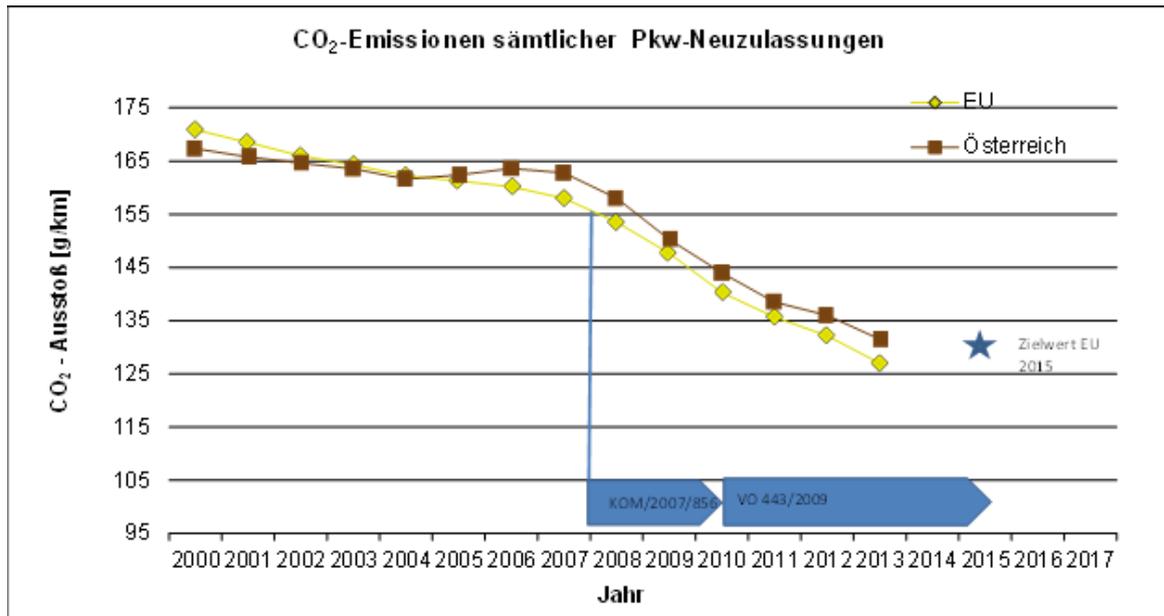


Abbildung 7: Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emissionen gemäß NEFZ in Österreich und Europa (eigene Darstellung)

Der Vergleich aller Fahrzeughersteller, die 2013 in Österreich mit mehr als 1.000 Neuzulassungen vertreten waren, zeigt, dass selbst bei 100% Zielerreichungsvorgabe der Großteil der Hersteller bereits 2013 ihre jeweilige Zielvorgabe für 2015 übererfüllt haben. Angeführt wird die Liste dabei von Renault mit einem durchschnittlichen Emissionsfaktor von 114,2g CO<sub>2</sub>/km (bei einer Zielvorgabe von 133,10g CO<sub>2</sub>/km). Die Fahrzeughersteller Dacia, Fiat Group, General Motors Company, Honda, Hyundai und Suzuki müssen dahingehend noch Entwicklungsarbeit leisten, wobei Suzuki mit 16,6g CO<sub>2</sub>/km noch am weitesten von der spezifischen Zielvorgabe entfernt ist.

Der Vergleich der 15 zulassungsstärksten Marken in Österreich (Audi, BMW, Citroen, Fiat, Ford, Hyundai, Mazda, Mercedes, Opel, Peugeot, Renault, Skoda, Suzuki, Toyota und Volkswagen) weist eine Spreizung von 30,2g CO<sub>2</sub>/km zwischen niedrigstem und höchstem Emissionswert aus. Auch hier wird die Liste mit 113,1g CO<sub>2</sub>/km angeführt von Renault. Das Schlusslicht bildet Mercedes mit 143,3g CO<sub>2</sub>/km. Renault weist mit rd. 10% zudem die größte Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Vergleich zum Vorjahr aus. Auch bei Mercedes liegt die Reduktion mit rd. 4,9% über dem Durchschnitt. Eine Reduktion von lediglich rd. 0,8% konnte bei Fiat beobachtet werden.

## 2.3 Abweichungen zwischen Typprüfung und Realverbrauch

Die CO<sub>2</sub>-Emissionen eines Fahrzeuges und der Kraftstoffverbrauch stehen in direktem Zusammenhang. So werden die gemäß NEFZ gemessenen CO<sub>2</sub>-Emissionen in einen Kraftstoffverbrauch umgerechnet, welcher wiederum zu den vorrangigen Entscheidungskriterien beim Fahrzeugkauf zählt. Da jedoch die CO<sub>2</sub>-Emissionen, wie bereits beschrieben, unter unrealistischen Fahrbedingungen ermittelt werden, entspricht auch der vom Fahrzeughersteller angegebene Kraftstoffverbrauch nicht jenem, der im Realbetrieb beobachtet wird. Dieses Kapitel diskutiert die Abweichung zwischen den Kennzahlen laut Typprüfung und den Messwerten aus dem Realbetrieb.

Die folgende Abbildung 8 zeigt eine Gegenüberstellung verschiedener Testzyklen. Aufgetragen sind jeweils die Geschwindigkeiten, welche im Zeitverlauf abgefahren werden. Die blaue Linie zeigt den NEFZ, die rote Linie den sogenannten CADC, einen Testzyklus, welcher reales Fahrverhalten

besser abbildet. Klar ersichtlich ist, dass der NEFZ ein deutlich geringeres Geschwindigkeitsniveau aufweist, eine geringere Höchstgeschwindigkeit (sehr kurzfristig 120 km/h) erreicht, mehr Standzeiten hat und deutlich geringere Dynamik aufweist.

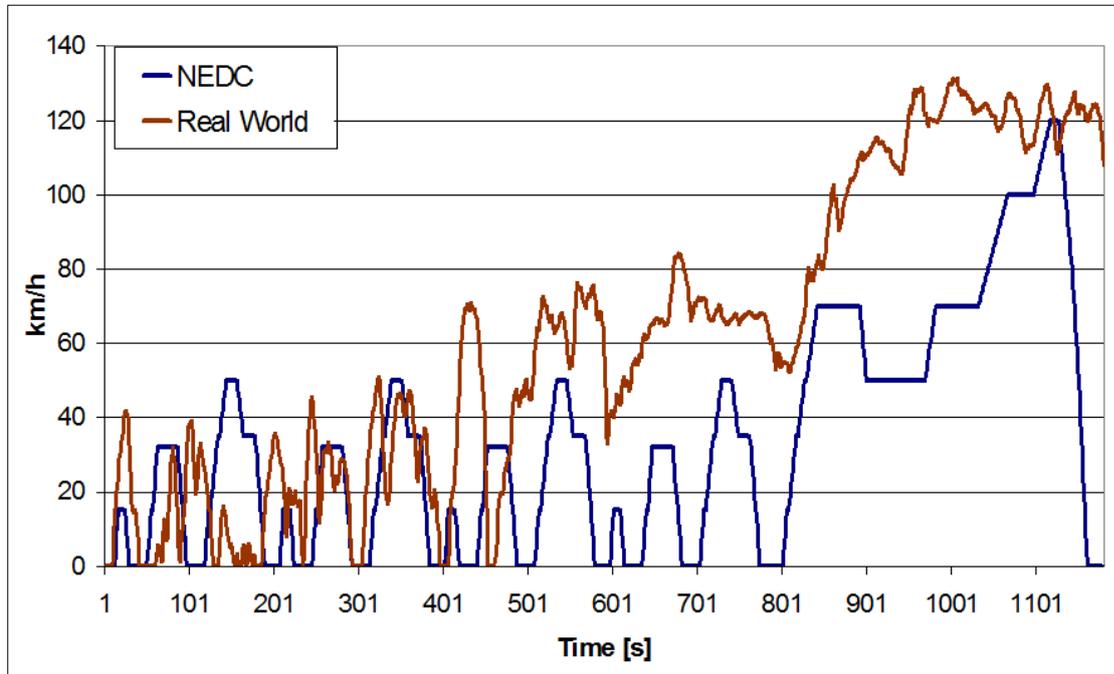


Abbildung 8: Typprüfzyklus PKW im Vergleich zu realem Fahren (CADC)<sup>12</sup>

Der CADC (Common Artemis Driving Cycle) wurde im Rahmen des Projektes ARTEMIS (Assessment and Reliability of Transport Emission Modeling and Inventories im 5. EU-Forschungsprogramm) entwickelt. Neben einer realitätsnäheren Fahrdynamik und Motorleistung ist der ARTEMIS Testzyklus wegen der späteren Schaltpunkte auch durch deutlich höhere Motordrehzahlen als der NEDC (New European Driving Cycle), der für die Typprüfung verwendet wird, charakterisiert. Der CADC Zyklus erlaubt eine deutlich realitätsnähere Darstellung des Emissionsverhaltens. Somit weichen die CADC - Verbrauchswerte und Emissionsfaktoren deutlich von den NEDC Werten ab.

### 2.3.1 Trendbeschreibung der Diskrepanz in Europa

Die Diskrepanz zwischen Typprüfung und Realbetrieb hat in den letzten Jahren Größenordnungen erreicht, die dazu führten, dass mehrere Organisationen, auch solche die sich nicht explizit dem Verkehr bzw. der Mobilität widmen, die Thematik verstärkt aufgriffen. So existieren bereits zahlreiche Publikationen, beispielsweise von Transport & Environment, dem Europäischen Verbraucherverband BEUC, der Organisation zur Vertretung der Konsumenteninteressen in der europäischen Normung ANEC oder nationaler Verkehrs- und Autofahrerklubs, die in unterschiedlichem Ausmaß die ausbleibende Ökologisierungswirkung und die

<sup>12</sup> HAUSBERGER, S. (2011)

Konsumententäuschung thematisieren. Den meisten dieser Publikationen gemein ist, dass sie sich auf die Arbeiten des International Council on Clean Transport (ICCT) stützen. Auf diesen Arbeiten aus dem Jahr 2013 (ICCT 2013) mit einem Update aus dem Jahr 2014 (ICCT 2014) basieren auch die nachfolgenden Analysen.

Dank der verbindlichen Regulierung seitens der Europäischen Kommission konnten die CO<sub>2</sub>-Emissionen im Pkw-Bereich in den letzten Jahren signifikant gesenkt werden. So haben einige Hersteller sogar vorzeitig die verbindlichen Zielvorgaben für das Jahr 2015 übererfüllt. Diese Emissionskennzahlen werden jedoch, wie bereits erläutert, mittels eines Prüfzyklus - dem Neuen Europäischen Fahrzyklus (NEFZ) - ermittelt, der keine realen Fahrbedingungen abbildet. Eine Berechnung der Abweichung zwischen Emissionskennzahlen gemäß NEFZ und aus dem realen Fahrbetrieb setzt die Definition einer eindeutigen realen Fahrbedingung voraus. Dies ist insofern nicht möglich, als jeder Fahrer sein eigenes individuelles Fahrprofil aufweist. Das ICCT hat in seinen Studien anstelle dieser Definition eine große Datensammlung zu realem Kraftstoffverbrauch mit Hilfe statistischer Methoden ausgewertet, und war so in der Lage, die Abweichungen zu quantifizieren. Grundlage für die Analysen waren acht unterschiedliche Datenquellen aus Deutschland, Großbritannien, Frankreich und der Schweiz für den Zeitraum 2001 bis 2013. Für die Analysen standen in Summe rund 540.000 Fahrzeugdatensätze zur Verfügung.

Quelle	Land	Gesamtanzahl Fahrzeuge in Datenbank	Anzahl Datenbankeinträge im Jahr (gerundet)	vorrangig Firmenfahrzeuge
spritmonitor.de	Deutschland	85.666 <sup>13</sup>	6.000	
Travelcard	Niederlande	311.611	20.000	X
LeasePlan	Deutschland	90.000	15.000	X
honestjohn.co.uk	Großbritannien	50.332	3.500	
AUTO BILD	Deutschland	1.978	250	
Auto Motor Sport	Deutschland	1.660	150	
WhatCar?	Großbritannien	284	150	
TCS	Schweiz	332	20	
<b>Summe</b>		<b>541.863</b>	<b>45.000</b>	

Tabelle 1: Zusammenfassung der Datenquellen aus (ICCT 2014)

Die Zusammenstellung der Ergebnisse zeigt hinsichtlich der relativen Abweichungen der CO<sub>2</sub>-Emissionen aus dem realen Fahrbetrieb zur Typprüfung gemäß NEFZ ein inhomogenes Bild. 2000 befanden sich die Überschreitungen zur Typprüfung bei allen Datenquellen, die in dieses Jahr zurückreichen, in einer ähnlichen Größenordnung von 8 % bis 10 %.

2013 reicht die Bandbreite der Überschreitungen, je nach ausgewerteter Datenbank, bereits von 20 % bis 50 %. Allen Datenquellen gemein ist jedoch der starke, teilweise exponentielle Anstieg der Abweichungen im vergangenen Jahrzehnt. Die Studienautoren haben nach der Anzahl der analysierten Datensätze gewichtete Diskrepanzkurven für Privatfahrzeuge, für Firmenfahrzeuge und für alle Fahrzeuge erstellt und so für das Jahr 2013 durchschnittliche Überschreitungen der Emissionsfaktoren gemäß Typprüfung von 31 % (Privatfahrzeuge) , 45 % (Firmenfahrzeuge) bzw. 38 % (Ø alle Datenquellen) im realen Fahrbetrieb berechnet.

<sup>13</sup> Stand 7.10.2015: 276.000 PKW

Die Abweichungen bei Firmenfahrzeugen liegen höher, da hier einerseits Kraftstoffkosten meist von den Firmen getragen werden und der Anreiz zu spritsparender Fahrweise geringer ist als im Privatbereich. Zusätzlich ist auch aufgrund von höherem Termindruck von einer dynamischeren Fahrweise und höherem Durchschnittsverbrauch auszugehen.

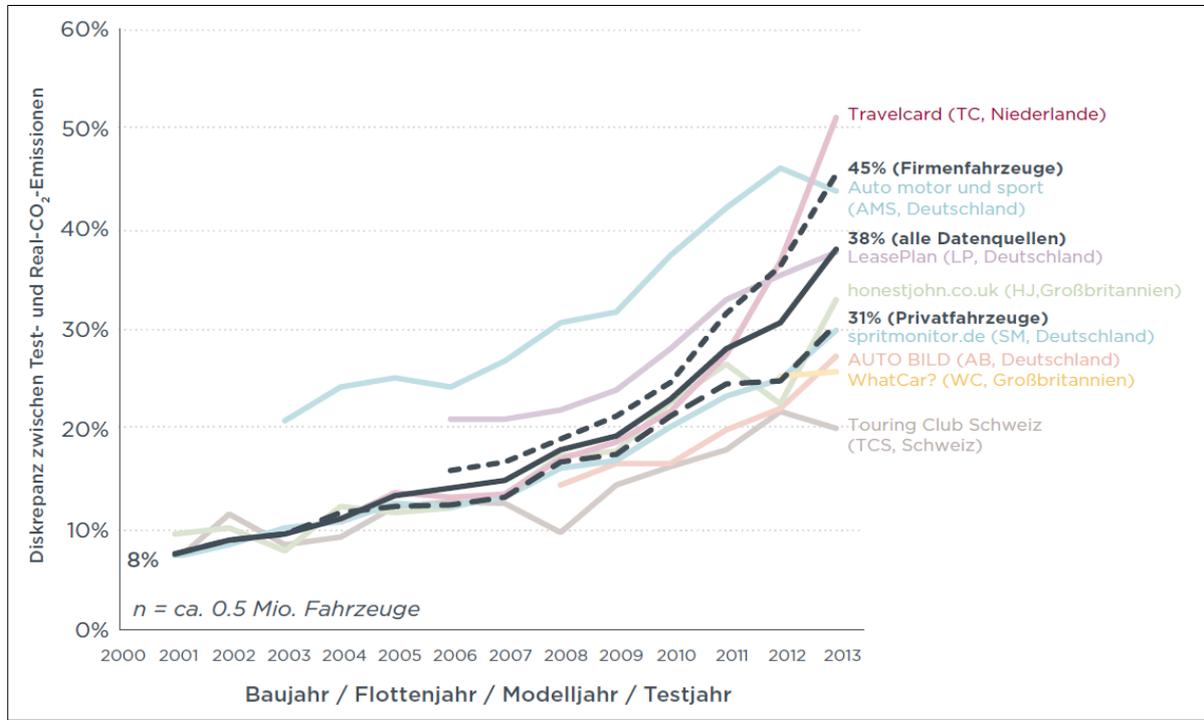


Abbildung 9: Diskrepanz zwischen Test- und Real-CO<sub>2</sub>-Emissionen für verschiedene Datenquellen inklusive berechnetem Durchschnittswert für Privat- und Firmenfahrzeuge sowie alle Datenquellen

Bei Zugrundelegung eines durchschnittlichen Emissionsfaktors gemäß NEFZ von 126,8g CO<sub>2</sub>/km (entspricht einem Kraftstoffverbrauch von 5,11 l/100km) für die gesamte europäische Pkw-Flotte im Jahr 2013 (T&E 2015) lassen sich daraus reale Emissionsfaktoren von bis zu 183,9g CO<sub>2</sub>/km (Firmenfahrzeuge) beziehungsweise ein realer Kraftstoffverbrauch mit bis zu 7,41 l/100km<sup>14</sup> ableiten.

<sup>14</sup> Annahme: Gleichverteilung der benzin- und dieselmotorisierten Fahrzeuge

Fahrzeugkategorie	Ø CO <sub>2</sub> -Emissionen für die gesamte europäische Pkw-Flotte  (T&E 2015) [g CO <sub>2</sub> /km]	Ø Kraftstoffverbrauch für die gesamte europäische Pkw-Flotte  [l/100km]	Relative Überschreitung der CO <sub>2</sub> -Emissionen laut Typprüfung im realen Fahrbetrieb (ICCT 2014) [%]	Ø CO <sub>2</sub> -Emissionen im realen Fahrbetrieb  [g CO <sub>2</sub> /km]	Ø Kraftstoffverbrauch im realen Fahrbetrieb  [l/100km]
Privatfahrzeuge			31	166,1	6,69
Firmenfahrzeuge	126,8	5,11	45	183,9	7,41
Alle Fahrzeuge			38	175,0	7,05

Tabelle 2: Zusammenstellung der Abweichungen zwischen Typprüfung und Realbetrieb auf Flottenebene (ICCT 2014, ergänzt um eigene Berechnungen)

Eine detailliertere Analyse auf Fahrzeugkategorien- bzw. Herstellerebene erfolgte für die Datenquellen [spritmonitor.de](http://spritmonitor.de), [Travelcard](http://Travelcard) und [LeasePlan](http://LeasePlan). Die Flottenzusammensetzung von [Travelcard](http://Travelcard) ist jedoch die Folge einer für Österreich nicht repräsentativen Dienstwagenbesteuerung, weshalb die nachfolgenden Analysen stellvertretend für Privatfahrzeuge anhand der Datenquelle [spritmonitor.de](http://spritmonitor.de) und stellvertretend für Firmenfahrzeuge auf Basis der Daten von [Travelcard](http://Travelcard) durchgeführt wurden.

Die Verteilung der neu zugelassenen Fahrzeuge in der Datenbank von [spritmonitor.de](http://spritmonitor.de) bildet mit einem durchschnittlichen NEFZ-Emissionsfaktor von 145g CO<sub>2</sub>/km im Jahr 2011 die gesamte deutsche Fahrzeugflotte (berichteter Emissionsfaktor von 146g CO<sub>2</sub>/km, gemäß CO<sub>2</sub> Monitoring Deutschland für das Jahr 2011) sehr gut ab.

Die Diskrepanz zwischen den CO<sub>2</sub>-Emissionen gemäß Typprüfung und realem Fahrbetrieb beträgt im Jahr 2013 etwa 30 %. Eine Überschreitung von 39 % wird für Hybridelektrofahrzeuge ausgewiesen, was einerseits auf die Charakteristik der Technologie und andererseits auf das, in Hybridelektrofahrzeugen stets verbaute, Automatikgetriebe zurückzuführen ist. Die Auswertung aller Fahrzeuge mit Automatikgetriebe zeigt eine Überschreitung von 36 %.

Die Analyse der Datenbank von [spritmonitor.de](http://spritmonitor.de) auf Ebene der Fahrzeugkategorie zeigt, dass Kleinwagen im Jahr 2013 mit einer durchschnittlichen Überschreitung von 24 % den Durchschnittswert unterschreiten. Mit dem Durchschnittswert gut abgebildet werden Kleinwagen (27 %), die Kompaktklasse, die beinahe die Hälfte aller Fahrzeuge in der Datenbank umfasst (31 %), und mit Abstrichen auch die Mittelklasse (35 %). In der oberen Mittelklasse hingegen erreicht die relative Überschreitung der CO<sub>2</sub>-Emissionen gemäß NEFZ im Realbetrieb 45 % und auch die Sportwagenklasse liegt mit 39 % über dem Durchschnittswert.

Als Folge daraus liegen die Überschreitungen bei Herstellern, die Fahrzeuge mit einem vergleichsweise geringen durchschnittlichen Fahrzeuggewicht herstellen, auch unter dem Durchschnittswert (Fiat, Peugeot und Renault-Nissan bei jeweils 26 %) und beispielsweise Daimler mit 38 % klar darüber. Die Auswertung der Volkswagen Gruppe, die beinahe die Hälfte aller Fahrzeuge in der Datenbank umfasst, zeigt, dass konzernübergreifend der Durchschnittswert unterschritten wird (28 %). Die Marke Audi alleine betrachtet weist jedoch eine Überschreitung der Prüfemissionen im realen Fahrbetrieb von 39 % auf. Eine Besonderheit weist die Analyse des Herstellers Toyota auf: bedingt durch die hohe Anzahl an Kleinwagen und Fahrzeugen aus der Kompaktklasse, die Toyota produziert, liegt die Überschreitung mit 25 % klar unter dem Durchschnittswert. Betrachtet man jedoch die Hybridfahrzeuge für sich alleine, erhöht sich die durchschnittliche Überschreitung (beispielsweise für Auris hybrid und Yaris hybrid) auf 37 % im Jahr 2013

Die Datenbank von LeasePlan unterscheidet sich dahingehend von spritmonitor.de, als dass die Abweichungen zwischen CO<sub>2</sub>-Emissionen aus der Typprüfung und jenen aus dem realen Fahrbetrieb nicht für ein spezifisches Jahr der Neuzulassungen berechnet werden können, sondern lediglich als Durchschnitt für ein Analysejahr. Die so ausgewertete Flotte für ein spezifisches Jahr umfasst somit auch ältere Fahrzeuge und nicht nur jene, die im jeweiligen Jahr erst zugelassen wurden. Diesem Umstand ist geschuldet, dass die für das Jahr 2013 ermittelte durchschnittliche Überschreitung von 38 % in Bezug auf Neuzulassungen im Jahr 2013 vermutlich noch höher anzusetzen ist. Die Verteilung der Fahrzeuge in der Datenbank von LeasePlan bildet mit einem durchschnittlichen Emissionsfaktor von 140g CO<sub>2</sub>/km im Jahr 2011 die gesamte deutsche Fahrzeugflotte (berichteter Emissionsfaktor von 146g CO<sub>2</sub>/km im selben Jahr) nicht so genau wie spritmonitor.de ab. Dies ist insbesondere darauf zurückzuführen, dass hier fast ausschließlich Dieselfahrzeuge (mit tendenziell niedrigeren CO<sub>2</sub>-Emissionen als Benzinfahrzeuge) abgebildet werden. Auch die Verteilungen der Fahrzeugkategorien und Fahrzeughersteller sind nicht repräsentativ für die gesamte deutsche Flotte (ICCT 2013).

Die Analyse der Daten von LeasePlan bestätigt jedoch den bereits bei der Auswertung der Datenquelle spritmonitor.de beobachteten Trend der steigenden Diskrepanz zwischen CO<sub>2</sub>-Emissionen gemäß NEFZ und jenen aus dem realen Fahrbetrieb. So ist die durchschnittliche Überschreitung innerhalb von 2 Jahren um 5 % gestiegen (2011: 34 %). Eine Steigerung (mit einer Bandbreite von 3 % bis 8 %) wurde dabei, mit Ausnahme von Fiat in unterschiedlichem Ausmaß in allen Fahrzeugkategorien und bei allen Fahrzeugherstellern ermittelt. Über dem Durchschnitt liegt die Abweichung in der Datenbank von LeasePlan laut den Auswertungen der Studienautoren bei Kleinwagen sowie in der oberen Mittelklasse bzw. bei den Herstellern Audi, Daimler, Ford, General Motors und Toyota.

Unterschiedliche Datenquellen nutzen verschiedene Methoden zur Erhebung ihrer Daten und unterscheiden sich zudem auch in der Flottenzusammensetzung, den Fahrsituationen, dem Fahrverhalten und den topographischen und klimatischen Gegebenheiten. Aus diesem Grund sind Abweichungen zwischen den untersuchten Datenquellen sowie zwischen den ausgewerteten Ergebnissen zu erwarten. Sämtliche Datenquellen bestätigen jedoch den Trend eines deutlichen Anstieges der Diskrepanz zwischen den, gemäß Neuem Europäischen Fahrzyklus ermittelten und im realen Fahrbetrieb beobachteten, CO<sub>2</sub>-Emissionen in den vergangenen Jahren. Eine Auswertung am Beispiel der Datenbank spritmonitor.de berechnet die durchschnittlichen realen CO<sub>2</sub>-Emissionen für das Jahr 2013 zu 165g CO<sub>2</sub>/km und damit 38g CO<sub>2</sub>/km höher als gemäß Typprüfung (vgl Abb 10). Dies entspricht einem realen Kraftstoffverbrauch von 6,65 l/100km anstatt 5,42 l/100km<sup>15</sup>.

---

<sup>15</sup> Annahme: Gleichverteilung der benzin- und dieselmotorisierten Fahrzeuge

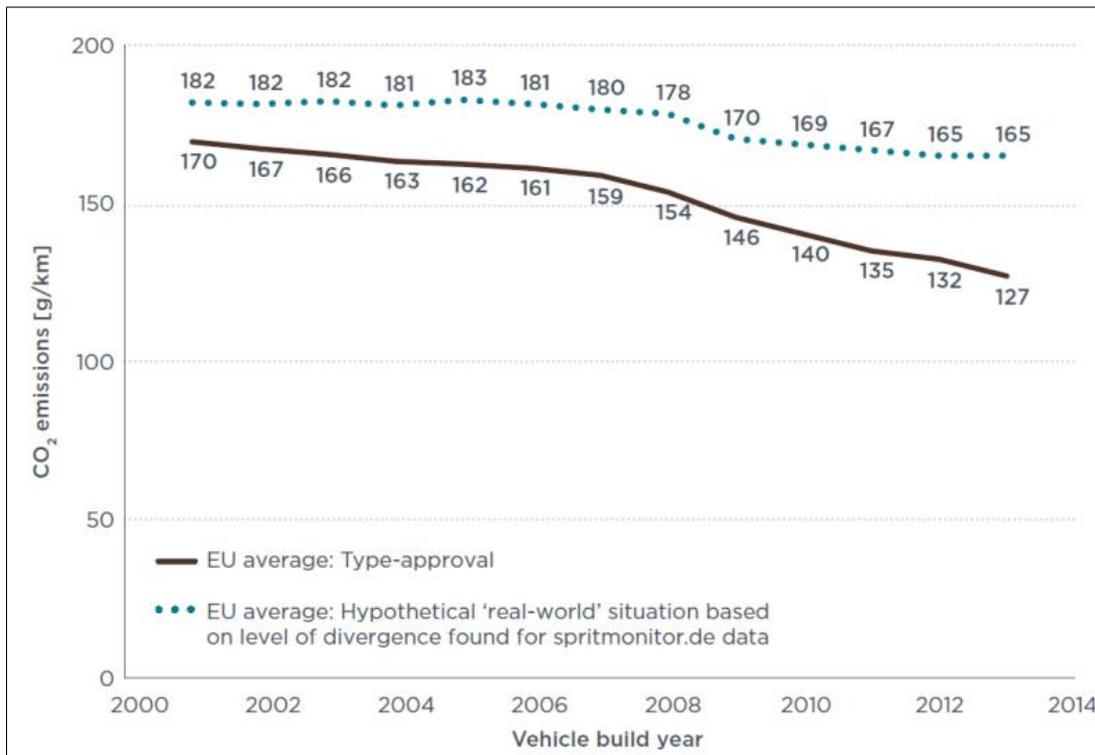


Abbildung 10: Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emissionen gemäß Typprüfung und aus dem realen Fahrbetrieb am Beispiel der Datenbank spritmonitor.de für die Jahre 2001 bis 2013

Die Studienautoren des International Council on Clean Transportation führen drei Faktoren an, die in Kombination für die beschriebene Diskrepanz und deren stetigen Anstieg verantwortlich zeichnen.

1. Die Technologie: Alternative Antriebstechnologien wie beispielsweise der Elektromotor in Hybridfahrzeugen oder technologische Entwicklungen wie beispielsweise die mittlerweile häufig verbaute Start-Stopp-Automatik haben im Prüfzyklus stark kraftstoffverbrauchsmindernde Wirkung.
2. Der Prüfzyklus: Der Neue Europäische Prüfzyklus ist, wie bereits beschrieben, durch zahlreiche Flexibilität und eine unzureichende Definition gekennzeichnet, was seitens der Hersteller im Rahmen der Testverfahren zunehmend ausgereizt wird um den theoretischen Kraftstoffverbrauch zu senken.
3. Die äußeren Rahmenbedingungen: zahlreiche Entwicklungen am Fahrzeug unterliegen dem Wandel der Zeit. Eine Klimaanlage beispielsweise ist mittlerweile in beinahe allen Neufahrzeugen verbaut, deren (zulässige) Deaktivierung im Rahmen des Testverfahrens hat ebenfalls kraftstoffverbrauchsmindernde Wirkung.

### 2.3.2 Der WLTP als Reaktion auf die wachsende Diskrepanz

Bei Weiterführung der Messungen mit dem NEFZ ist ein weiteres Anwachsen der Diskrepanz zwischen den CO<sub>2</sub>-Emissionen laut Typprüfung und jenen aus dem Realbetrieb zu erwarten. Diese anwachsende Abweichung hat negative Auswirkungen auf die Fahrzeugkäufer, die sich mit höheren Treibstoffkosten konfrontiert sehen, auf die nationalen Regierungen, die Einbußen in den Zulassungs-Steuereinnahmen verzeichnen und auf die Fahrzeughersteller, die aus Sicht des

Konsumenten an Glaubhaftigkeit verlieren. Auch wird der Erreichungsgrad der EU-Ziele hinsichtlich der angestrebten CO<sub>2</sub>-Reduktion verfälscht.

Diesen Entwicklungen gegensteuernd hat die Europäische Union beschlossen, zur Messung der CO<sub>2</sub>-Emissionen eines Fahrzeuges den NEFZ durch die Worldwide Harmonized Light Vehicle Test Procedure (WLTP) zu ersetzen. Die Arbeiten an der WLTP begannen im Juni 2008 mit dem ersten Treffen der United Nations WLTP Working Group und sollen mit der Implementierung der WLTP als verbindliche Prozedur zur Messung der CO<sub>2</sub>-Emissionen ab der Euroklasse 6c im September 2017 abgeschlossen sein. Der Übergang vom NEFZ zum Fahrzyklus der WLTP, dem Worldwide Harmonized Light Vehicle Test Cycle (WLTC), hat Auswirkungen auf bestehende CO<sub>2</sub>-Flottenziele (wie beispielsweise den verbindlichen EU-Grenzwert von 95g CO<sub>2</sub>/km im Jahr 2021) und CO<sub>2</sub>-basierte Steuern. Besonderes Augenmerk wird deshalb auf die Entwicklung sogenannter Korrelationsfaktoren zur Umrechnung zwischen den Testzyklen gelegt.

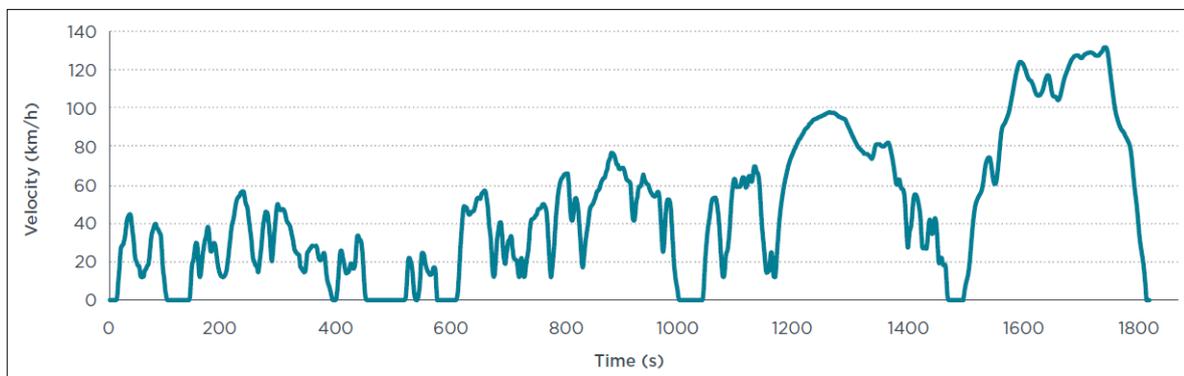


Abbildung 11: WLTP Fahrzyklus (WLTC), Quelle: (ICCT 2014b)

Der WLTP hat zum Ziel, unter Laborbedingungen ein möglichst reales Fahrverhalten abzubilden und unterscheidet sich dementsprechend in einigen Parametern signifikant vom NEFZ. Nachstehende Tabelle zeigt eine Auflistung ausgesuchter Parameter im Vergleich der Testzyklen. Beispielsweise werden die Start-Stopp-Systeme aufgrund geringerer Stillstandsanteile weniger Verbrauchseinsparung bringen als heute im NEFZ. Generell ist die Durchschnittsgeschwindigkeit höher, der gesamte Testzyklus dynamischer. Wie auch schon beim NEFZ werden HVAC, „Heating, Ventilation and Air Conditioning“ Systeme während des Tests nicht berücksichtigt.

Dennoch kam eine erste Messreihe der deutschen Prüforganisation TÜV Süd im Frühjahr 2015 zum Vergleich der Testzyklen NEFZ und WLTC zu dem Ergebnis, dass insbesondere die Messergebnisse zu den CO<sub>2</sub>-Emissionen (und damit zum Kraftstoffverbrauch) gemäß WLTC teilweise sogar unter jenen lagen, die mit dem NEFZ ermittelt wurde (TÜV 2015). Ob der Messverlauf des Worldwide Harmonized Light Vehicle Test Cycle also tatsächlich realistischere Ergebnisse liefern wird, wird sich voraussichtlich erst nach der Festlegung der genauen technischen Rahmenbedingungen und dessen Implementierung im Herbst 2017 zeigen.

	Einheit	NEFZ	WLTC
Zyklusdauer	[sec]	1180	1800
Zykluslänge	[km]	11,03	23,27
Durchschnittsgeschwindigkeit	[km/h]	33,6	46,5
Maximalgeschwindigkeit	[km/h]	120,0	131,3
Anteil Leerlauf	[%]	23,7	12,6
Anteil konstante Fahrt	[%]	40,3	3,7
Anteil Beschleunigung	[%]	20,9	43,8
Anteil Verzögerung	[%]	15,1	39,9

Tabelle 3: Unterschiede zwischen NEFZ und WLTC (ICCT 2014b)

## 2.4 Die Luftschadstoffinventur vor dem Hintergrund der Diskrepanz

In folgendem Kapitel wird beschrieben, wie Österreich in der Verkehrsinventur dem Umstand Rechnung trägt, dass zwischen dem per Gesetz vorgeschriebenem Typprüfzyklus und den Real-world-Emissionen eine wesentliche – aus Umweltsicht negative - Diskrepanz liegt. Zuerst wird die Inventurmethodik im Straßenverkehr kurz beschrieben, danach auf die Quelle der Emissionsfaktoren im Straßenverkehr eingegangen, um dann zu erklären, wie in der Berechnungsmethodik die realen Emissionsfaktoren ihren Niederschlag finden.

Im Rahmen dieser Studie werden die Realverbrauchsdaten aus dem Spritmonitor für die zulassungsstärksten Fahrzeugmodelle analysiert und aufbauend auf diesen Angaben die Gesamtemissionen des PKW Verkehrs berechnet. Hierfür werden die durchschnittlichen Verbrauchsdaten der jeweiligen Fahrzeugmodelle herangezogen. Es wurde hierbei darauf Bedacht genommen, die Zuordnung möglichst modellscharf (jedenfalls Baujahr, Motorvariante und Leistung, nach verfügbaren Informationen Schaltvariante und Aufbau) durchzuführen.

Die Gegenüberstellung der Gesamtergebnisse mit jenen der Österreichischen Luftschadstoffinventur wird als Vergleich und zur Plausibilisierung der Berechnungsergebnisse herangezogen.

### Inventurmethodik (Straßenverkehr)

Die Österreichische Luftschadstoffinventur im Verkehrssektor wird mit dem Simulationsprogramm NEMO (Network Emission Model) berechnet. NEMO wurde am Institut für Verbrennungskraftmaschinen und Thermodynamik der TU Graz für die Berechnung von Emissionen und Energieverbrauch auf Verkehrsnetzen nach dem aktuellsten Stand der wissenschaftlichen Methoden entwickelt.<sup>16</sup> Nachfolgend sind die Methoden und Funktionalitäten kurz dargestellt.

Die Bilanzierung erfolgt in Jahresschritten über frei wählbare Berechnungszeiträume. NEMO verknüpft eine detaillierte Berechnung der Zusammensetzung der Fahrzeugflotte mit fahrzeugfeiner Verbrauchs- und Emissionssimulation. In einem ersten Schritt berechnet NEMO die Zusammensetzung der inländischen Fahrzeugflotte nach Bestands- und Fahrleistungsanteilen. Die Unterteilung der Fahrzeugflotte in sog. Fahrzeugschichten basiert auf Bestandsstatistiken und erfolgt dabei nach emissions- bzw. energieverbrauchsrelevanten Kriterien.

<sup>16</sup> DIPPOLD/REXEIS/HAUSBERGER (2012)

### Modell-Inputdaten

- Fahrzeugkategorie (z. B. Pkw, leichte Nutzfahrzeuge, Solo-Lkw, ...)
- Antriebsart (z. B. Ottomotoren, Dieselmotoren, elektrische Antriebe)
- Größenklasse (Unterscheidungsmerkmal z. B. Hubraum oder höchstzulässiges Gesamtgewicht)
- Technologieklasse (i. A. Gesetzgebung nach der das Fahrzeug erstzugelassen wurde, ggf. in Kombination mit der eingesetzten Technologie, z. B. bei SNF: „EURO V mit SCR“)
- zusätzliche (nachgerüstete) Abgasnachbehandlungssysteme (z.B. Partikel-Katalysator)
- verwendeter Kraftstoff
- spezifischer Energieverbrauch der Kfz (Benzin, Diesel bzw. elektrische Energie je Kfz- bzw. Personen- oder Tonnen-km),
- spezifische Emissionsfaktoren
- spezifische Jahresfahrleistungen

### Modell-Outputdaten

- gesamte Jahresfahrleistungen
- gesamter Energieverbrauch des Straßenverkehrs
- gesamte Emissionen der Kfz-Flotte; berechnet werden die Treibhausgase CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O sowie alle gängigen Luftschadstoffe (NO<sub>x</sub>, Partikel, SO<sub>2</sub>, NMVOC usw.) sowie Verdunstungsemissionen.
- Verkehrsleistungen (Personen- und Tonnenkilometer)

Für die Emissionsberechnung des Straßenverkehrs sind im Modell NEMO die Emissionsfaktoren aus dem Handbuch Emissionsfaktoren Straße (HBEFA) hinterlegt. Kern von HBEFA sind Emissionsmessungen von Kfz an Fahrzeugen im Realbetrieb sowie Untersuchungen zum Fahrverhalten.

### Handbuch Emissionsfaktoren Straße (HBEFA)

Das Handbuch wurde in den 90er Jahren von den Umweltbundesämtern der Schweiz, Österreichs und Deutschland beauftragt, da man zur Feststellung von Ausmaß, Entwicklungstrend und potentiellen Reduktionen von verkehrsbedingten Emissionen „Angaben zur spezifischen Emission benötigt, d.h. zur Emission des einzelnen Fahrzeugs“<sup>17</sup>. Mittlerweile wird die „Handbuch/HBEFA-Gruppe“ von weiteren Ländern wie Schweden, Norwegen oder Frankreich sowie vom JRC (Joint Research Center der Europäischen Kommission) unterstützt. Nach mehreren Updates des Handbuchs wurde 2014 die aktuellste Handbuch-Version 3.2 veröffentlicht.<sup>18</sup>

HBEFA stellt Emissionsfaktoren für die gängigsten Fahrzeugtypen zur Verfügung (PKW, Leichte und schwere Nutzfahrzeuge, Linien- und Reisebusse sowie Motorräder), differenziert nach Emissionskonzepten (Euro 0 bis Euro VI) sowie nach verschiedenen Verkehrssituationen. HBEFA

---

<sup>17</sup> KELLER, M. et al. (2004), S.19

<sup>18</sup> INFRAS (2014)

liefert Emissionsfaktoren für alle reglementierten sowie eine Reihe von nicht-reglementierten Schadstoffen, einschließlich CO<sub>2</sub> und Kraftstoffverbrauch.<sup>19</sup>

### **Aktuelle Handbuch Version 3.2**

Mit der HBEFA Version 3.2 stehen mittlerweile umfassende Messdaten für EURO 5 LDVs (leichte Nutzfahrzeuge) und einige erste Daten über EURO 6 PKW zur Verfügung. Die erforderlichen Messungen wurden auf Rollenprüfständen mit dem neuen ERMES Fahrzyklus neben dem etablierten CADC durchgeführt. Für HDV (schwere Nutzfahrzeuge) wurden zusätzliche Emissionsprüfungen von EURO V Fahrzeugen gesammelt, die drei gemessene Fahrzeuge mit EURO V EGR-Technologie beinhalten. Darüber hinaus wurden Emissionsprüfungen von fünf EURO VI Fahrzeugen durchgeführt - sowohl Motor-dyno Tests sowie in-use-Tests auf HDV Rollenprüfständen.

### **Parametrierung von Kraftstoffverbrauch und CO<sub>2</sub>-Ausstoß anhand von Daten aus dem CO<sub>2</sub>-Monitoring der PKW-Neuzulassungen in NEMO**

Wie unter dem Punkt „Modell-Inputdaten“ beschrieben, sind im Emissionsberechnungs-Modell NEMO spezifische Emissionsfaktoren aus HBEFA für unterschiedliche Kfz hinterlegt. Die spezifischen Werte zum Kraftstoffverbrauch in der Typprüfung (NEFZ), die aus dem CO<sub>2</sub>-Monitoring der PKW-Neuwagenflotte stammen und von Statistik Austria jährlich erhoben werden, werden ebenfalls in NEMO berücksichtigt und jährlich aktualisiert. Da die realen Emissionen im Vergleich zum NEFZ-Verbrauch höher sind (die Gründe dafür wurden ausführlich in Kapitel 2.3 beschrieben), wird in NEMO eine Korrektur der Verbrauchswerte bzw. der Gramm CO<sub>2</sub>-Emissionen pro km, die aus dem CO<sub>2</sub>-Monitoring der Österreichischen PKW-Neuwagenflotte sowie dem Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs stammen, durchgeführt.

---

<sup>19</sup> HBEFA Einführung – Allgemeines, unter: <http://www.hbefa.net/d/index.html>

## 3 SZENARIENBERECHNUNG UND TREIBHAUSGASE FÜR ÖSTERREICH

### 3.1 Österreichspezifische Herstelleranalyse

Auf europäischer Ebene existieren zahlreiche Publikationen, die die Diskrepanz zwischen den CO<sub>2</sub>-Emissionen gemäß Typprüfung und jene aus dem realen Fahrbetrieb thematisieren und quantifizieren (vgl Kapitel 2.3.1). Im Rahmen der vorliegenden Studie wurde diese Abweichung im Speziellen für die österreichische Flotte berechnet.

Im ersten Schritt wurden für die Jahre 2000 bis 2013 auf Basis einer Spezialauswertung des Datenmaterials der Statistik Austria motorisierungsscharf die 30 am häufigsten in Österreich neuzugelassenen Fahrzeugmodelle erfasst. Anschließend wurde zu jedem Fahrzeugmodell in der Realverbrauchsdatenbank [www.spritmonitor.de](http://www.spritmonitor.de) ein durchschnittlicher realer Kraftstoffverbrauch in Litern je 100 Kilometer ermittelt und in einen Emissionsfaktor für CO<sub>2</sub> in Gramm je Kilometer umgerechnet. Die Datenbank ist frei zugänglich und kann von Privatnutzern und Firmenflotten befüllt werden. Mehrheitlich wird die Plattform von Privatpersonen genutzt.

Anzumerken ist, dass in der Datenbank für bestimmte Modelle nur wenige Datensätze vorhanden sind (im Extremfall ein Einzelwert), bei gängigen Modellen beläuft sich die Anzahl jahrgangsscharf auf mehrere hundert Einträge. Unterrepräsentierte Datensätze gehen aufgrund der gewichteten Berücksichtigung jedoch auch nur zu einem sehr geringen Anteil in den gebildeten Jahresdurchschnittswert ein, wodurch der Einfluss derartiger Einzeldatensätze sehr gering ist. In Summe über alle Modelle sind je nach Jahr der Auswertung zwischen etwa 800 und 1300 Verbrauchsdatensätzen für die jeweiligen Top 30 Modelle in der Datenbank umfasst.

Die vom Hersteller angegebenen CO<sub>2</sub>-Emissionen laut Typprüfung wurden verschiedenen Datenbanken (<http://autokatalog.autoscout24.de/>, <http://co2db.de/>, [Wikipedia](http://de.wikipedia.org/wiki/Wikipedia:Liste_von_Autoherstellern))<sup>20</sup> bzw. den Produktkatalogen der Fahrzeughersteller entnommen, den Realdaten gegenübergestellt und so für jedes Fahrzeugmodell eine Abweichung ermittelt. Abschließend wurde für jedes Jahr je ein, nach Anzahl der Zulassungen gewichteter, Wert zur Abweichung für benzinbetriebene Fahrzeuge, für dieselbetriebene Fahrzeuge sowie für alle Fahrzeuge berechnet. Die Angaben weichen je nach Quelle teilweise deutlich voneinander ab. Grund hierfür können unterschiedliche Ausstattungs- und Getriebevarianten sein. Auffällig ist jedoch ebenfalls, dass je nach Datenbank auch die Umrechnung von Verbrauch in CO<sub>2</sub> Emissionen nicht korrekt bzw. nicht mit einheitlichen Faktoren erfolgt, obwohl CO<sub>2</sub> Emissionen und Verbrauch direkt proportional zusammenhängen.

Wenn unterschiedliche Verbrauchs- bzw. Emissionsangaben für einzelne Fahrzeugmodelle gefunden wurden, wurde jeweils der höhere CO<sub>2</sub> Emissionswert für die Analyse herangezogen,

---

<sup>20</sup> Untersucht wurde auch die Datenbank [autoverbrauch.at](http://autoverbrauch.at), auf dieser finden sich jedoch nur Verbrauchs- und CO<sub>2</sub> Werte für aktuelle Fahrzeugmodelle, wodurch eine rückwirkende Analyse bis zum Jahr 2000 nicht möglich ist

somit ein konservativer Ansatz zur Ermittlung der Abweichung zum Realverbrauch gewählt. Nachfolgende Tabelle zeigt exemplarisch das Ergebnis für das Zulassungsjahr 2013.

Rang	Bezeichnung in der Zulassungsstatistik	Leistung in [kW]	CO <sub>2</sub> gemäß (NEFZ) [g/km]	ØCO <sub>2</sub> im Realbetrieb [g/km]	Abweichung zu NEFZ
1	VW POLO 6R 1,2 60	44	128	153,27	19,74%
2	Hyundai I 20 1,25	63	119	153,27	28,80%
3	VW TIGUAN 2,0TDI	81	139	170,58	22,72%
4	VW GOLF VII 1,6TDI	77	99	141,06	42,48%
5	VW SHARAN 7N 2,0TD	103	143	187,99	31,46%
6	Nissan QASHQAI 1,6DCI	96	129	172,96	34,08%
7	VW TIGUAN 2,0TDI ALLRAD	103	157	186,40	18,73%
8	VW GOLF VII 1,2TSI	63	113	141,55	25,27%
9	VW TOURAN 1,6TD	77	121	162,41	34,22%
10	Fiat 500 1,2 8V 69	51	119	148,12	24,47%
11	VW GOLF VII 1,6TDI	66	98	145,01	47,97%
12	Seat ALHAMBRA 7N 2,0TDI	103	167	189,57	13,51%
13	Renault MEGANE SCENIC III 1,5DCI	81	130	162,41	24,93%
14	VW 7H BUS DS	103	199	234,92	18,05%
15	Audi Q3 2,0TDI QUATTRO	103	149	175,07	17,49%
16	Hyundai I 30 GD 1,4	73	135	172,72	27,94%
17	Ford FIESTA JA8 1,25 44KW	44	127	156,08	22,90%
18	Ford GALAXY 2,0TD/103KW	103	152	181,66	19,51%
19	Skoda OCTAVIA 1Z 1,6TDI KOMBI	77	119	141,32	18,76%
20	BMW X3 XDRIVE20D F25	135	149	197,48	32,54%
21	Seat IBIZA 6J 1,2	51	139	162,88	17,18%
22	Skoda YETI 5L 2,0TDI 110	81	140	156,35	11,68%
23	Hyundai IX 35 2,0CRDI	100	147	204,60	39,18%
24	Skoda OCTAVIA 5E 1,6TDI KOMBI	77	99	146,59	48,07%
25	BMW X1 XDRIVE18D E84 MUE	105	150	180,60	20,40%
26	Mazda 2 1,3l 55KW	55	125	159,83	27,87%
27	Ford KUGA 4WD 2,0TD 103KW	103	159	182,71	14,91%
28	Audi A3 8V 1,6TDI SPORTBACK	77	102	146,59	43,72%
29	Dacia SANDERO 0,9	66	120	164,76	37,30%
30	Hyundai IX 20 1,4	66	130	191,47	47,29%
	Nach Zulassungen gewichtete Abweichung Benzin				26,09%
	Nach Zulassungen gewichtete Abweichung Diesel				27,84%
	<b>Nach Zulassungen gewichtete Abweichung Gesamt</b>				<b>27,18%</b>

Tabelle 4: Neuzulassungen und Abweichungen der CO<sub>2</sub>-Emissionen aus dem Realbetrieb zur Typprüfung 2013

Die Auswertung der Abweichungen erfolgte für 2000 bis 2013. Innerhalb dieses Zeitraumes hat sich der Abstand zwischen dem CO<sub>2</sub>-Emissionen aus dem Realbetrieb zu jenen gemäß Typprüfung um den Faktor vier erhöht. Während die durchschnittliche Abweichung 2000 rd. 7 % betrug, lag sie 2013 bereits bei rd. 27 % (vgl Abb 12). Ein weiterer Anstieg in den Jahren 2014 und 2015 zeichnet sich gemäß internationalen Studien bereits ab.

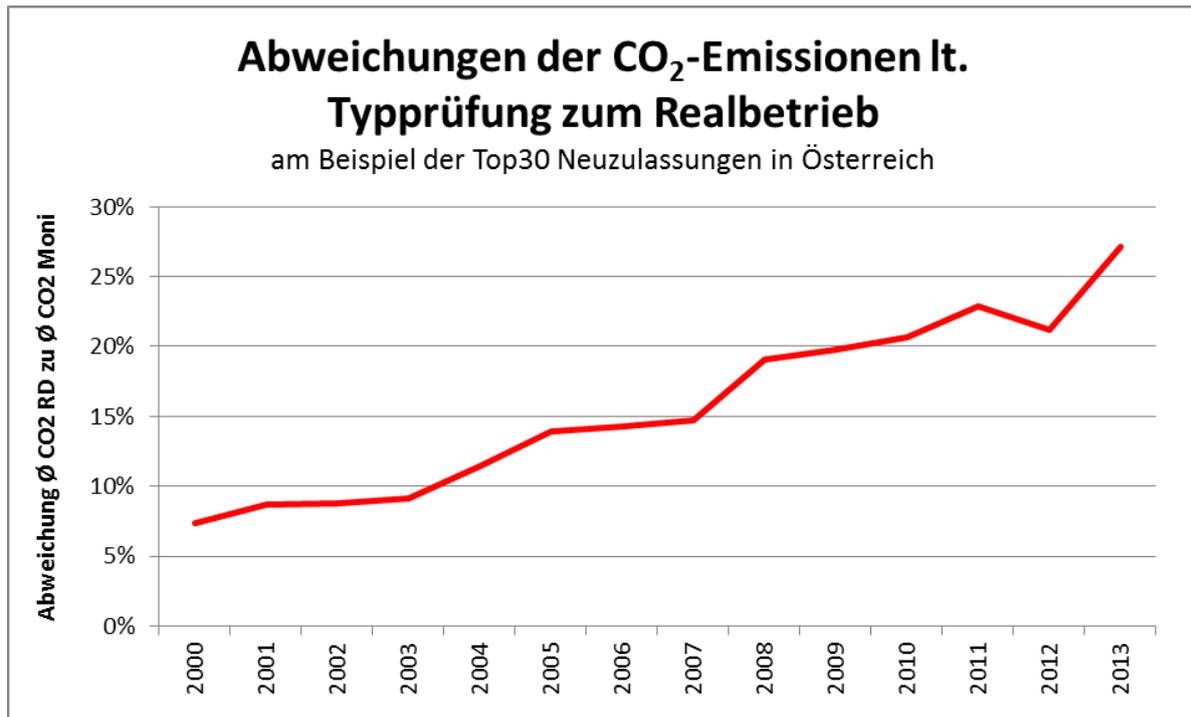


Abbildung 12: Abweichungen der CO<sub>2</sub>-Emissionen lt. Typprüfung zum Realbetrieb der 30 meistzugelassenen Fahrzeugmodelle je Jahrgang in Österreich

Die Auswertung der Abweichungen auf Herstellerebene (Tabelle 5) zeigt, dass in den Jahren 2000 bis 2013 in Summe 21 verschiedene Fahrzeughersteller mit bis zu 4 Fahrzeugmodellen jährlich in der Top-30-Neuzulassungsstatistik vertreten waren. Eine Ausnahme bildet das Unternehmen *Volkswagen*, das stets mit 7 bis 12 Modellen, als Konzern unter Berücksichtigung der Marken *Audi*, *Seat* und *Skoda* sogar mit 11 bis 18 Modellen aufscheint.

Viele Hersteller sind mit nur einem Fahrzeugmodell pro Jahr vertreten. Die im Rahmen der vorliegenden Studie ermittelten Ergebnisse sind dementsprechend nicht auf die gesamte Produktpalette einer Marke übertragbar. Dennoch handelt es sich bei diesen Fahrzeugmodellen um jene mit den stärksten Verkaufszahlen des jeweiligen Fahrzeugherstellers in Österreich.

Abbildung 13 zeigt Verbrauchsangaben je Fahrzeugmodell in der Datenbank *spritmonitor.de* für die 30 meist zugelassenen Neuwagen in Österreich 2013. In der Abbildung sind neben dem Durchschnittsverbrauch der in der Datenbank eingetragenen Fahrzeugmodelle (motoren- und kraftstoffscharf) die Minimal- und Maximalverbräuche aufgetragen, um einen Überblick über die Streuung der Verbrauchsangaben zu erhalten. Wie zu sehen ist sind in der Datenbank für die Fahrzeugmodelle keine extremen Abweichungen nach oben oder unten erkennbar, die Angaben streuen in einem im realen Betrieb normalen Ausmaß. Die Verbrauchsmittelwerte liegen zudem tendenziell näher zu den Minimalwerten.

Die Abbildung verdeutlicht aber auch die bezogen auf das Einzelmodell nicht unkritische Datenverfügbarkeit. Bei einem Fahrzeug, dem Mazda 2 1,3l ist für das entsprechende Modell mit der exakten Motorisierung und dem Baujahr lediglich ein Referenzfahrzeug in der Datenbank enthalten, weshalb hier auch keine Minimal/Maximalstreuung angeführt wird. Für die Berechnung der durchschnittlichen Abweichung für die Gesamtflotte ist dies von untergeordneter Bedeutung, da die Werte gewichtet nach Anzahl der Datensätze in die Bildung des Verbrauchsfaktors eingehen.

Zusätzlich wurde bei solchen Einträgen jedoch die Plausibilität weiter geprüft. Das entsprechende Fahrzeugmodell ist für 2013 mit einem Verbrauch von 6,8 Litern angeführt. Wird eine Auswertung

über das idente Modell mit der gleichen Motorisierung über den gesamten Zeitraum der verfügbaren Lieferzeit durchgeführt (2008 – 2014), so zeigt sich ein mittlerer Verbrauch über sämtliche angeführte Modelle von 6,4 Litern (Minimalwert 5,1 Liter, Maximalwert 8,5 Liter). Der Einzelwert 2013 weicht somit über sämtliche Einträge des Modells über die gesamte Bauzeit um knapp +6% ab, ein Wert welcher die Genauigkeit der Gesamtaussage kaum beeinflusst und in der Bandbreite von Verbrauchsabweichungen im Alltagsbetrieb liegt.

Die Auswertung liefert jedoch auch einen guten Hinweis für die Robustheit der Daten. So findet sich in den Einträgen der 1,6 Liter TDI Motor von Volkswagen gleich in fünf Top 30 Modellen, zweimal im Golf (66 bzw. 77kW) und jeweils im VW Touran, im Skoda Octavia und im Audi A3. Golf, Skoda und Audi sind von Fahrzeuggewicht- und Größe gut vergleichbar, die Realverbrauchsdaten in der Datenbank liegen für alle 4 Fahrzeuge auch auf praktisch demselben Wert (5,3 – 5,5 Liter). Die Verbrauchsdaten für den Touran liegen mit 6,2 Liter etwas höher, was auf das höhere Fahrzeuggewicht und den höheren Fahrzeugaufbau zurückzuführen ist. Generell liegen sämtliche ermittelten Durchschnittswerte für die Fahrzeuge in einem sehr plausiblen Bereich.

*Chrysler* schaffte es im Jahr 2000 beispielsweise mit dem *Voyager* in die Top-30 der Neuzulassungen, der gemäß Realverbrauchsdatenbank [www.spritmonitor.de](http://www.spritmonitor.de) sogar rd. 7 % weniger Kraftstoff verbrauchte und weniger CO<sub>2</sub> emittierte als vom Hersteller angegeben. Das Sports Utility Vehicle (kurz: SUV) *KIA Sorrento 2,5TD* hingegen belegte im Jahr 2006 Platz 30 der Neuzulassungen und lag bereits damals mit einem Mehrverbrauch von rd. 32 % um den Faktor 2 über dem Flottendurchschnitt von 14,3 %. Im selben Jahr sowie im Jahr darauf wurde für den Geländewagen *Suzuki Grand Vitara 1,9DS* ein Mehrverbrauch von rd. 25 % ermittelt. Ähnlich verhält es sich mit einem weiteren SUV, dem *Nissan Qashqai 1,6dCi*, der in den Jahren 2012 und 2013 einen Mehrverbrauch von rd. 34 % aufwies. Für den *Dacia Sandero 0,9* (66kW) wurde ebenfalls im Zulassungsjahr 2013 ein Mehrverbrauch von rd. 37 % ermittelt.

Die Auswertung der angeführten Marken ist bezogen auf das Einzeljahr als nicht repräsentativ für die gesamte Produktpalette eines Herstellers anzusehen, in Summe über alle Hersteller ergibt sich je Jahr jedoch eine valide Datenbasis für die Abweichungen zwischen Testzyklusverbrauch und Realverbrauch und CO<sub>2</sub> Emissionen für einen Großteil der Neuzulassungen je Jahrgang in Österreich.

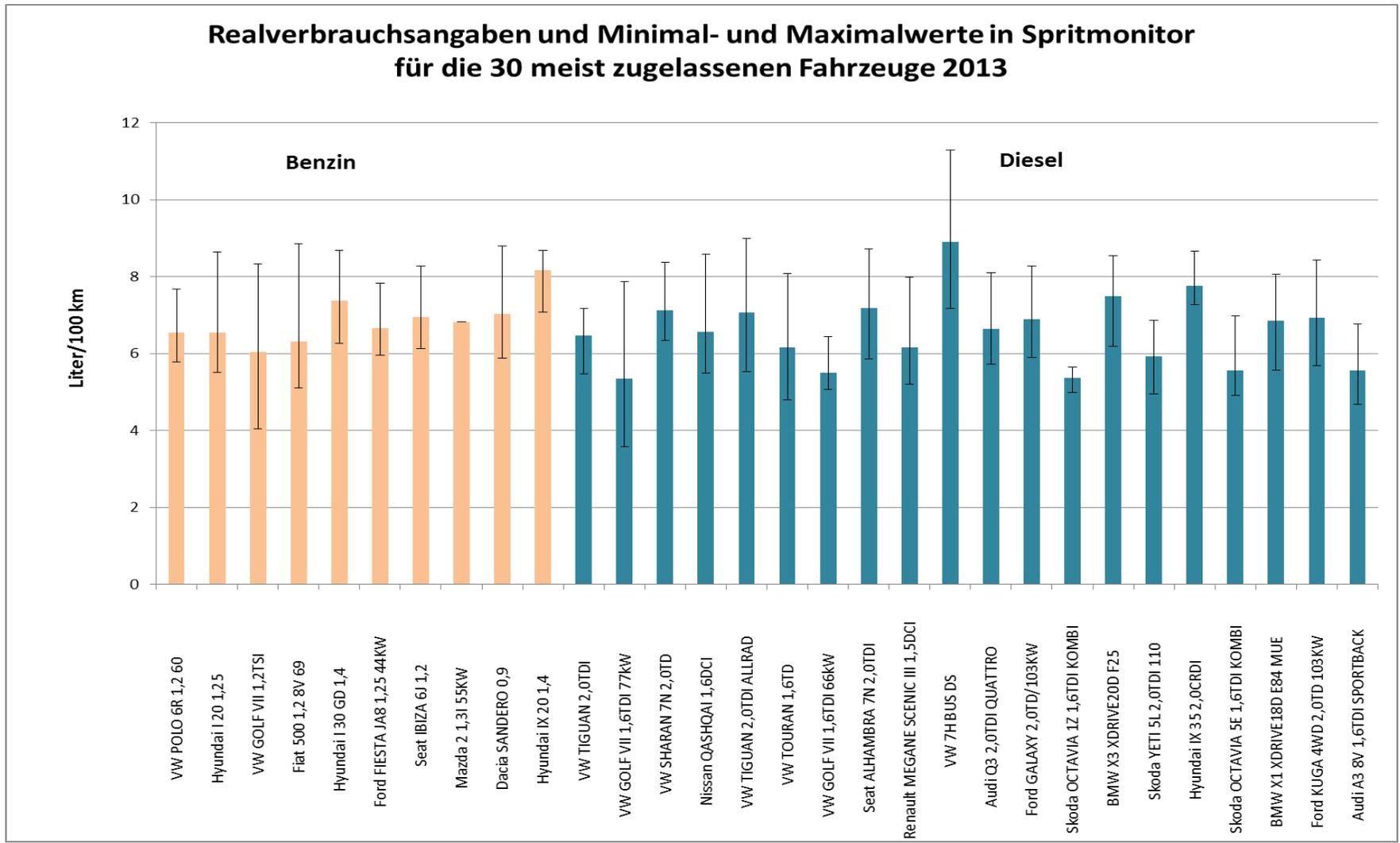


Abbildung 13: Realverbrauchsangaben und Schwankungsbreiten der Angaben aus der Datenbank Spritmonitor für die Top 30 Fahrzeugmodelle nach Benzin und Diesel 2013 in Österreich

Marke	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Audi	12% (1)	14% (1)	12% (3)	8% (2)	15% (2)	12% (2)	15% (2)	15% (2)	31% (3)	18% (2)	22% (1)	32% (1)	29% (2)	28% (2)
BMW	13% (1)	-	-	-	-	16% (1)	-	-	19% (1)	-	-	27% (2)	27% (1)	27% (2)
Chrysler	-7% (1)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Citroen	-	-	14% (1)	10% (1)	-	-	11% (1)	22% (1)	25% (1)	20% (1)	19% (1)	19% (1)	17% (1)	-
Dacia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20.13%	10% (1)	-	-	37% (1)
Fiat	8% (2)	10% (1)	13% (1)	12% (2)	9% (1)	14% (2)	-	31% (1)	27% (2)	21% (4)	15% (3)	22% (3)	23% (3)	24% (1)
Ford	11% (2)	14% (2)	9% (2)	9% (3)	13% (3)	14% (1)	-	17% (1)	28% (1)	28% (3)	24% (3)	26% (3)	22% (3)	20% (3)
Hyundai	-	-	-	-	-	21% (1)	15% (2)	22% (1)	17% (1)	21% (2)	27% (4)	25% (2)	26% (3)	33% (4)
Kia	-	-	-	-	-	-	32% (1)	-	-	-	-	-	-	-
Mazda	0% (2)	-2% (1)	-3% (1)	3% (2)	9% (2)	8% (2)	15% (2)	11% (2)	21% (1)	20% (1)	23% (2)	12% (1)	14% (1)	28% (1)
Mercedes	-	-2% (1)	3% (2)	-	-	-	-	20% (1)	-	-	-	-	-	-
Mitsubishi	-	-	-	-	-	-	-	3% (1)	11% (1)	-	-	-	14% (1)	-
Nissan	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	34% (1)	34% (1)
Opel	2% (4)	9% (3)	9% (2)	9% (2)	11% (3)	16% (4)	10% (3)	15% (3)	15% (3)	16% (3)	15% (3)	19% (3)	-	-
Peugeot	-4% (2)	13% (2)	-	29% (1)	16% (1)	14% (1)	-	-	-	22% (1)	-	-	-	-
Renault	16% (1)	8% (1)	7% (2)	3% (2)	12% (2)	-	14% (1)	10% (1)	-	-	26% (1)	27% (1)	21% (1)	25% (1)
Seat	-	14% (1)	14% (1)	17% (1)	18% (1)	9% (1)	21% (1)	-	23% (2)	16% (3)	19% (1)	18% (2)	13% (2)	15% (2)
Skoda	2% (4)	-1% (4)	13% (3)	5% (3)	2% (3)	11% (3)	12% (2)	12% (1)	15% (2)	15% (2)	22% (1)	18% (1)	17% (1)	25% (3)
Suzuki	-	-	-	-	-	-	25% (1)	25% (1)	19% (1)	-	-	-	-	-
Toyota	5% (2)	6% (2)	5% (2)	-6% (1)	14% (1)	10% (2)	4% (2)	11% (2)	-	-	12% (1)	-	-	-
Volkswagen	12% (8)	11% (11)	11% (10)	11% (10)	13% (11)	15% (10)	15% (12)	14% (12)	16% (11)	20% (7)	21% (8)	24% (10)	21% (10)	28% (9)
gew. Abweichung Benzin	9% (7)	9% (4)	11% (4)	14% (3)	11% (4)	13% (11)	13% (9)	14% (10)	17% (11)	19% (22)	19% (18)	22% (14)	19% (14)	26% (10)
gew. Abweichung Diesel	7% (23)	9% (26)	8% (26)	9% (27)	12% (26)	14% (19)	15% (21)	15% (20)	20% (19)	20% (8)	23% (12)	23% (16)	23% (16)	28% (20)
<b>gew. Abweichung Gesamt</b>	<b>7% (30)</b>	<b>9% (30)</b>	<b>9% (30)</b>	<b>9% (30)</b>	<b>11% (30)</b>	<b>14% (30)</b>	<b>14% (30)</b>	<b>15% (30)</b>	<b>19% (30)</b>	<b>20% (30)</b>	<b>21% (30)</b>	<b>23% (30)</b>	<b>21% (30)</b>	<b>27% (30)</b>
Legende	<5%		5% bis <10%		10% bis <15%		15% bis <20%		20% bis <25%		25% bis <30%		≥30%	

Tabelle 5: Abweichungen der CO<sub>2</sub>-Emissionen aus dem Realbetrieb zur Typprüfung und Anzahl berücksichtigter Fahrzeugmodelle (in Klammer) je Hersteller und Jahr

Mit *Audi*, *Ford*, *Opel*, *Skoda* und *Volkswagen* finden sich fünf Hersteller, die im Zeitraum 2000 bis 2013 in zumindest 10 der 14 Jahre mit mehr als einem Fahrzeugmodell in der Top-30-Neuzulassungsstatistik vertreten waren. Unter Berücksichtigung der punktuellen Schwankungen aufgrund der geringen Zahl an Referenzfahrzeugen ist bei allen fünf genannten Fahrzeugmarken bei linearer Fortschreibung der Trend einer wachsenden Abweichung der CO<sub>2</sub>-Emissionen aus dem Realbetrieb im Vergleich zu jenen aus der Typprüfung erkennbar. Abbildung 14 zeigt eine Gegenüberstellung der Abweichungen in der gesamten untersuchten Flotte mit den Trendlinien der fünf genannten Fahrzeugmarken.

Der größte Abstand sowohl von der Herstellerangabe als auch vom gewichteten Mittelwert der Abweichung lässt sich bei den leistungsstarken Fahrzeugen der Marke *Audi* erkennen. Auch die Fahrzeugmodelle *Fiesta*, *Galaxy* und *Kuga* haben in den vergangenen Jahren den gewichteten Realverbrauch der Marke *Ford* auf ein überdurchschnittliches Niveau angehoben. Seit 2008 kann jedoch eine Reduktion der Abweichung des Realverbrauchs vom Verbrauch gemäß Typprüfung beobachtet werden, was sich in einer flacheren Trendlinie niederschlägt.

Nahe am Durchschnitt der analysierten Fahrzeugflotte liegt die Marke *Volkswagen*, dass mit verschiedenen Motorisierungen der Modelle *Golf*, *Polo*, *Sharan*, *Tiguan*, *Touran* und *Transporter* überproportional stark in den Neuzulassungsstatistiken vertreten ist. Geringer ist die Abweichung bei den Modellen *Alhambra*, *Fabia*, *Octavia* und *Yeti* der Konzernschwester *Skoda*, die unter dem gewichteten Durchschnitt der Abweichungen liegt. Allerdings weist die Trendlinie des Hersteller *Skoda* die größte Steigung auf und für den *Skoda Octavia 5E 1,6TDI Kombi (77kW)* wurde im Jahr 2013 die größte Abweichung von rd. 48 % ermittelt.

Auch die Abweichung der Marke *Opel*, die in den Neuzulassungsstatistiken insbesondere mit Kleinwägen (*Corsa*, *Meriva*) und Fahrzeugen der Kompaktklasse (*Astra*), aber auch mit dem Familien Van *Zafira* vertreten ist, lag im Untersuchungszeitraum stets unter dem gewichteten Durchschnitt. Zwar war in den Jahren 2012 und 2013 kein Opel mehr in den Top-30 der Neuzulassungen in Österreich vertreten, aber die Entwicklung davor hat eine Abnahme der Abweichung gezeigt, was sich auch in der entsprechenden Trendlinie widerspiegelt.

Die Marke *Hyundai* scheint zwar erst seit 2005 in den Top-30 der Neuzulassungen in Österreich auf, ist seitdem aber mit bis zu vier Modellen stark vertreten. Zu den Modellen zählen mit *I10*, *I20*, *I30*, *IX20*, *IX35* und *Tucson* Fahrzeuge verschiedenster Größenklassen und die Abweichung des Realverbrauchs vom Verbrauch gemäß Angabe des Herstellers *Hyundai* liegt durchwegs über dem gewichteten Durchschnitt der untersuchten Fahrzeugflotte. 2013 beispielsweise war *Hyundai* mit vier Fahrzeugmodellen mit einer Abweichung zwischen rd. 28 % und 47 % vertreten.

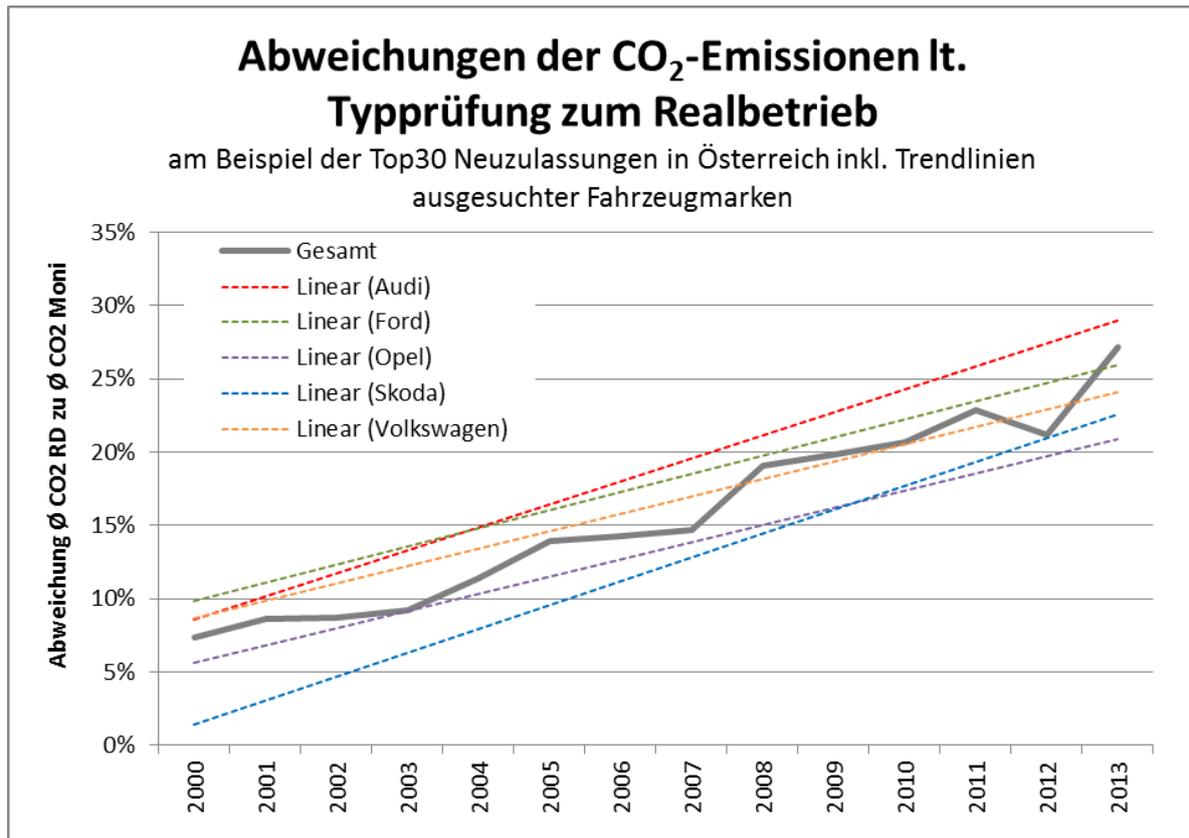


Abbildung 14: Abweichungen der CO<sub>2</sub>-Emissionen lt. Typprüfung zum Realbetrieb inkl. Trendlinien ausgesuchter Fahrzeugmarken

Das Ergebnis der Berücksichtigung der Abweichungen zwischen Typprüfung und Realverbrauch (Abbildung 12) auf die durchschnittlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen der neu zugelassenen Fahrzeuge in Österreich gemäß Typprüfung kann Abbildung 15 entnommen werden. Zwar kann sowohl bei der Typprüfung als auch beim Realbetrieb in den Jahren 2008 bis 2012 eine Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen beobachtet werden. Die Emissionen im Realbetrieb sinken jedoch nicht im selben Ausmaß wie jene aus der Typprüfung, wodurch die Schere zwischen den beiden abgebildeten Kurven stetig größer wird. Für 2013 wurde im Rahmen der Datenanalysen im gegenständlichen Projekt sogar ein Anstieg der CO<sub>2</sub>-Emissionen aus dem Realbetrieb im Vergleich zum Vorjahr ermittelt. Besonders auffällig ist hingegen auch, dass die realen Verbräuche der neu zugelassenen Fahrzeuge in Österreich im Zeitraum 2000 – 2008 zugenommen haben und erst seit Einführung verbindlicher Zielwerte sinken. Die in diesem Zeitraum erfolgte Verbesserung der Motorentechnologie wurde somit gänzlich vom Trend zu stärkeren und schwereren Fahrzeugen kompensiert.

Die Berechnung zeigt einen realen durchschnittlichen Emissionsfaktor von rd. 167g CO<sub>2</sub>/km anstatt der berichteten 132g CO<sub>2</sub>/km im Jahr 2013. Bei einer Verteilung von 57 % Dieselfahrzeugen und 43 % Benzinfahrzeugen in der Neuzulassungsflotte 2013 (BMLFUW 2014) kann daraus ein durchschnittlicher Mehrverbrauch zur Herstellerangabe von 1,42 l/100km abgeleitet werden. Damit verbunden sind Mehrausgaben für die AutofahrerIn von € 0,0197 je Kilometer für den Betrieb eines

Benzinfahrzeuges bzw. € 0,0192 je Kilometer für den Betrieb eines Dieselfahrzeuges<sup>21</sup>. Bei einer durchschnittlichen Jahresfahrleistung von 15.000 Kilometern summierten sich die Mehrausgaben 2013 zu € 296 für Benzinfahrzeuge sowie € 288 für Dieselfahrzeuge.

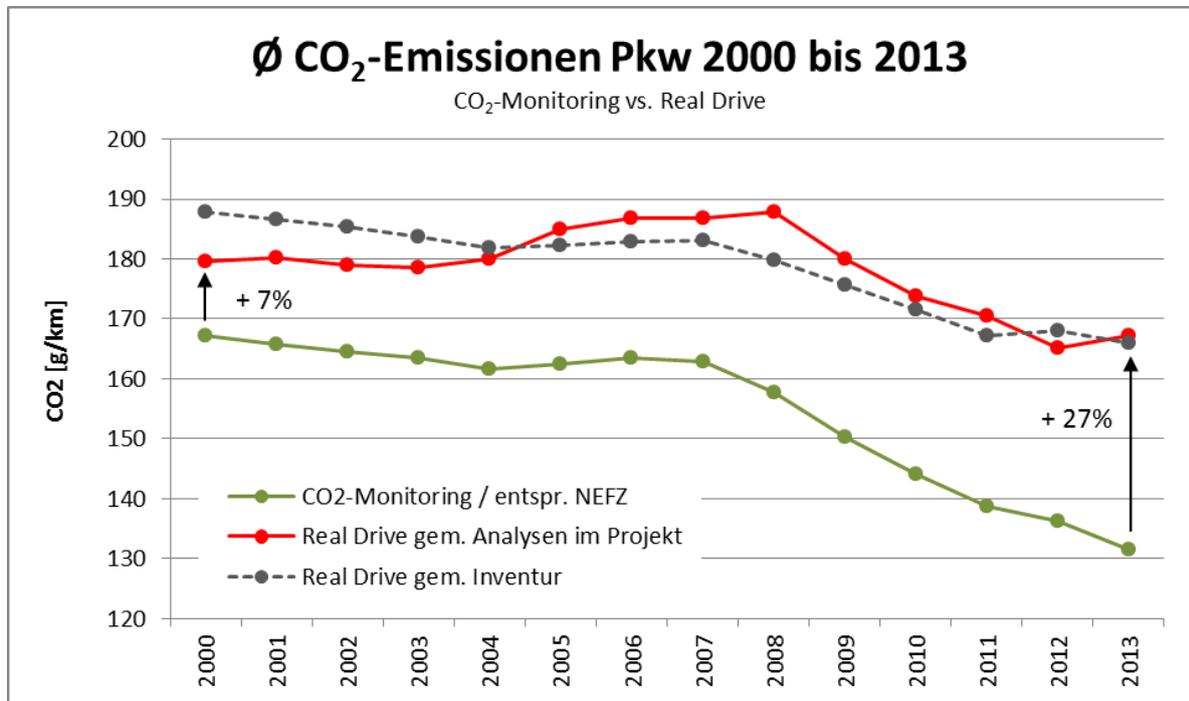
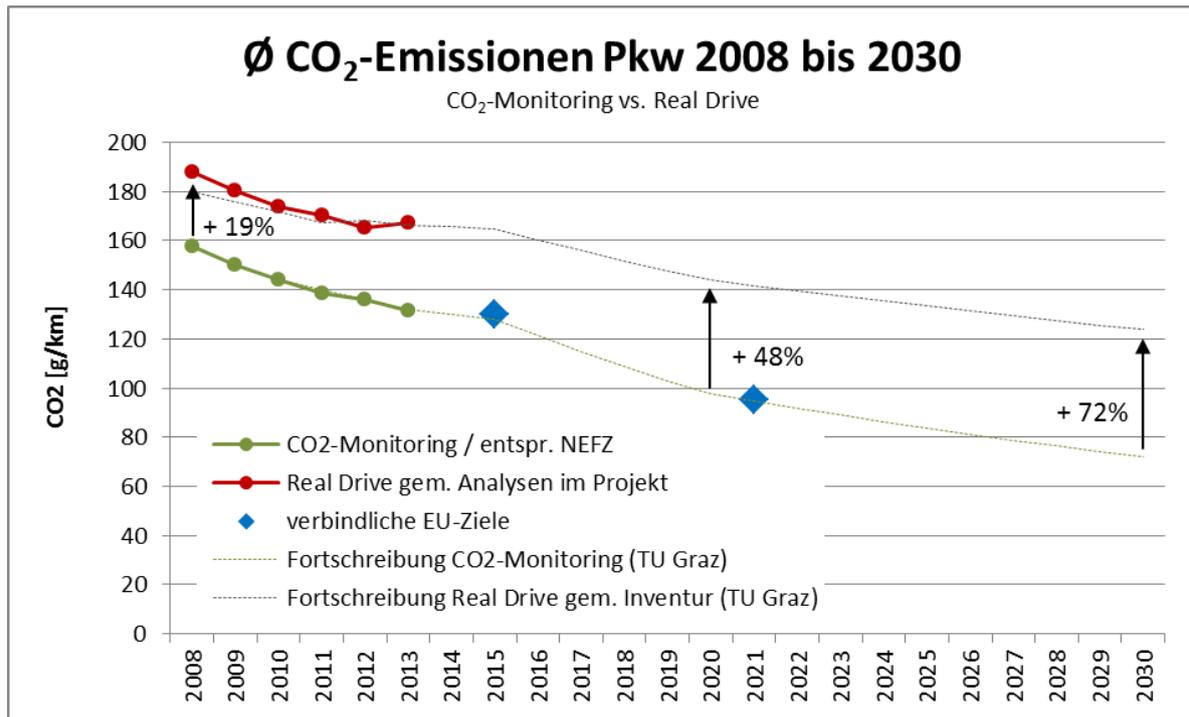


Abbildung 15: durchschnittliche CO<sub>2</sub>-Emissionen Pkw 2000 bis 2013

Eine Fortschreibung der Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emissionen gemäß Typprüfung durch die Technische Universität Graz zeigt, dass der verbindliche Grenzwert der Europäischen Union von 130g CO<sub>2</sub>/km 2015 übererfüllt werden wird. Auch der Grenzwert von 95g CO<sub>2</sub>/km für 2021 wird voraussichtlich eingehalten werden können. Dabei muss erwähnt werden, dass sowohl die verbindlichen Grenzwerte, als auch die Fortschreibung der Emissionsfaktoren für den CO<sub>2</sub>-Ausstoß (und dementsprechend auch die Fortschreibung der Abweichung) auf der Annahme basiert, dass der NEFZ weiterhin unverändert zur Anwendung gebracht wird bzw. der neue WLTP Zyklus aufgrund der Fahrzeugadaptierung seitens der Hersteller zu keiner grundlegenden Änderung der Abweichungen zwischen Typprüfung und Realemissionen führt. Unter dieser Annahme wird mit einem signifikanten Anstieg der Abweichung der Realemissionen zu den Emissionen gemäß Typprüfung von rd. 48 % im Jahr 2020 und von rd. 72 % im Jahr 2030 ausgegangen (vgl Abb 16).

<sup>21</sup> Durchschnittlicher Treibstoffpreis 2013: Eurobenzin € 1,39 je Liter, Diesel € 1,35 je Liter. Quelle: <http://autorevue.at/autowelt/spritpreise-osterreich-2013>

Abbildung 16: durchschnittliche CO<sub>2</sub>-Emissionen Pkw 2008 bis 2013 mit Fortschreibung bis 2030

### 3.2 Szenarien zur Entwicklung der THG-Emissionen in Österreich

Wie bereits erläutert, werden die Luftschadstoff- und Treibhausgasemissionen des Verkehrs jährlich im Rahmen der Erstellung der Österreichischen Luftschadstoffinventur und unter Einsatz des Emissionsmodells NEMO (Network Emission Model) ermittelt und in weiterer Folge an die Europäische Kommission berichtet. Die hierfür erforderlichen Korrekturfaktoren zur Abbildung des realen Fahrbetriebs werden auf Basis verfügbarer internationaler Studien sowie zahlreicher Prüfstandmessungen an der Technischen Universität Graz entwickelt und laufend aktualisiert. Für den Zeitraum 2000 bis 2013 beliefen sich die so für die Luftschadstoffinventur errechneten CO<sub>2</sub>-Emissionen aus dem Verkehr auf insgesamt rd. 150,5 Millionen Tonnen.

Im Rahmen des gegenständlichen Projekts wurden für die Berechnung der Gesamtemissionen jene Faktoren verwendet, welche zuvor speziell für die österreichische Flotte ermittelt wurden (vgl Kapitel 3.1 Österreichspezifische Herstelleranalyse), um die gesamten CO<sub>2</sub>-Emissionen abermals unter Einsatz des Modells NEMO zu berechnen. Das ermittelte Ergebnis von rd. 150,0 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub> im Zeitraum 2000 – 2013 weicht nur geringfügig vom Inventurergebnis ab. Dieses Ergebnis bestätigt die Robustheit des Analyseergebnisses.

Unter der Annahme, dass die realen Emissionsfaktoren den NEFZ-Typprüfemissionen entsprochen hätten, belaufen sich die gesamten CO<sub>2</sub>-Emissionen im genannten Zeitraum auf rd. 133,3 Millionen Tonnen. Dies entspricht einer Differenz von rd. 11,13 % bis 11,43 % (siehe Abbildung 17).

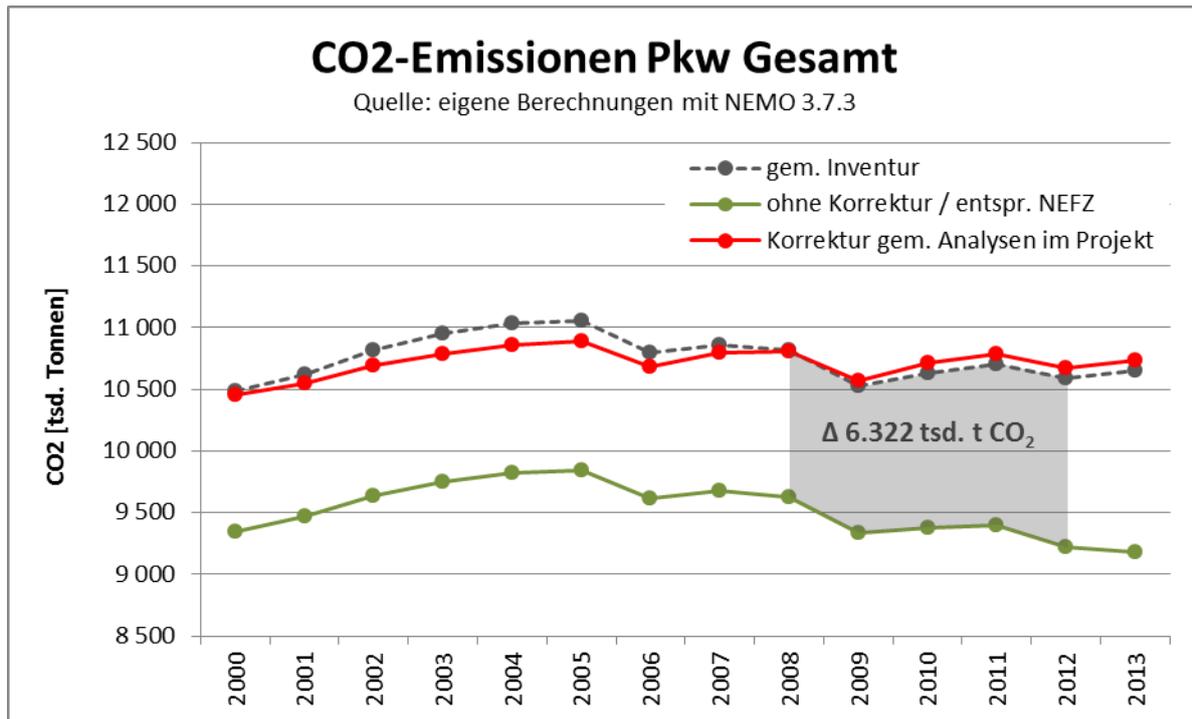


Abbildung 17: CO<sub>2</sub>-Emissionen Pkw Gesamt 2000 bis 2013

Die Kyoto-Zielwerte für die Periode 2008 bis 2012 wurden in Österreich sektorenübergreifend um ca. 69 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äquivalente überschritten. Der Sektor Verkehr trägt daran wesentlichen Anteil und weist die größte Lücke im Vergleich zu den sektoralen Zielen der Klimastrategie 2007 auf. Die Treibhausgas-Emissionen des Verkehrssektors lagen im Jahr 2012 um ca. 2,8 Mio. Tonnen über dem sektoralen Ziel der Klimastrategie von 18,9 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalent (BMLFUW 2007).

Die Differenz zwischen den, für die Abrechnung der Kyoto-Periode berichteten, Emissionen gemäß Inventur (Abbildung 17, rote Kurve) und dem theoretischen Emissionsniveau unter der Annahme, dass die Realemissionen den NEFZ-Typprüfemissionen entsprochen hätten (grüne Kurve), liegt in der Kyoto-Periode 2008 bis 2012 bei rd. 6,3 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>. Der monetäre Wert der hierfür angekauften Emissionszertifikate beläuft sich auf rd. € 39 Mio<sup>22</sup>.

Jahr	CO <sub>2</sub> -Emissionen Pkw gesamt in tsd. Tonnen		
	Gemäß Inventur	ohne Korrektur / entspr. NEFZ	Differenz
2008	10.821	9.629	1.192
2009	10.525	9.335	1.190
2010	10.631	9.377	1.254
2011	10.708	9.394	1.314
2012	10.589	9.217	1.372
<b>Summe</b>	<b>53.274</b>	<b>46.952</b>	<b>6.322</b>

Tabelle 6: CO<sub>2</sub>-Emissionen Pkw Gesamt 2008 bis 2012

<sup>22</sup> Der durchschnittliche Ankaufspreis beträgt € 6,2 je Emissionszertifikat (Ein Zertifikat = 1 Tonne) (BMLFUW 2015)

## 4 AUSWIRKUNGEN AUF STICKOXIDEMISSIONEN

### 4.1 Stickstoffoxide und deren Auswirkungen auf Mensch und Umwelt

Die Stickstoffoxide (NO<sub>x</sub>) umfassen Stickstoffmonoxid (NO) und Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>). NO<sub>2</sub> stellt bei Konzentrationen, wie sie in der Außenluft vorkommen können, aufgrund der Beeinträchtigung der Lungenfunktion eine deutlich größere Gefahr für die menschliche Gesundheit dar als NO (WHO 2013a, 2013b).

Die Stickstoffoxide (NO<sub>x</sub>) spielen als Ozonvorläufersubstanzen eine bedeutende Rolle und tragen zur Versauerung und Eutrophierung (Überdüngung) von Böden und Gewässern bei. Partikelförmiges Ammoniumnitrat, das aus gasförmigen Stickstoffoxiden und Ammoniak in der Atmosphäre entstehen kann, leistet vor allem in der kalten Jahreszeit, als Vorläufersubstanz für die Bildung von partikulärem Nitrat, einen erheblichen Beitrag zu der großräumigen Belastung durch PM<sub>10</sub>. NO<sub>x</sub> entstehen überwiegend als unerwünschtes Nebenprodukt bei der Verbrennung von Brenn- und Treibstoffen bei hoher Temperatur (UMWELTBUNDESAMT 2015d).

Um diese Auswirkungen zu vermindern und langfristig zu verhindern, gibt es auf europäischer – und damit auch auf österreichischer Ebene – ein umfangreiches Regelwerk zu Emissionen, Produktregelungen und Grenzwerte für die Belastung in der Außenluft. Die wichtigsten Regelungen sind:

- Quellenbezogene Festlegungen zu Emissionen (z.B. Regelungen für Kfz, Kraftwerke, Industrie)
- Produktbezogene Festlegungen (z.B. für Kraftstoffe, Geräte)
- EU-Luftqualitätsrichtlinie zum Schutz der menschlichen Gesundheit und der Umwelt, umgesetzt im Immissionsschutzgesetz-Luft (IG-L)
- Nationale Emissionshöchstmengen um bestimmte Umweltziele europaweit kosteneffektiv zu erreichen (sogenannte NEC-Richtlinie – national emission ceilings –, umgesetzt im Emissionshöchstmengengesetz-Luft)

Überschreitungen dieser Vorgaben treten bei dem Grenzwert für den NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwert in der Außenluft sowie bei den nationalen Emissionshöchstmengen für NO<sub>x</sub> auf (UMWELTBUNDESAMT 2015c, 2015d).

### 4.2 Verursacher und Trend

NO<sub>x</sub>-Emissionen entstehen vorwiegend bei hoher Temperatur als unerwünschtes Nebenprodukt bei der Verbrennung von Brenn- und Treibstoffen. Der Verkehrssektor verursacht in Österreich die meisten NO<sub>x</sub>-Emissionen. Im Jahr 2013 war der Verkehrssektor der größte NO<sub>x</sub>-Verursacher, gefolgt von den Sektoren Industrie und Kleinverbrauch.

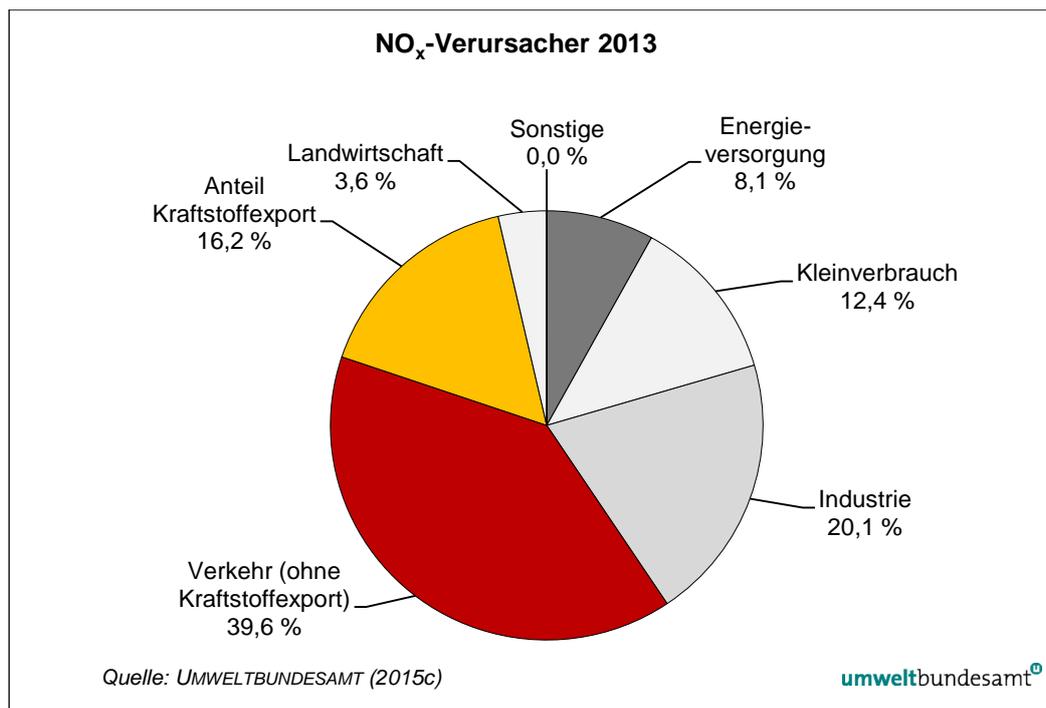


Abbildung 18: Anteile der Verursachersektoren an den NO<sub>x</sub>-Emissionen in Österreich

Wie in Kapitel 4.1 dargestellt, bestehen die Stickstoffoxide NO<sub>x</sub> aus NO und NO<sub>2</sub>. Bei den meisten Quellen besteht das NO<sub>x</sub> im Abgas zu 90 % oder mehr aus NO. Eine Ausnahme sind Dieselfahrzeuge, bei denen der Anteil von NO<sub>2</sub> im Abgas aufgrund von höheren Rohemissionen und den eingesetzten Abgasnachbehandlungssystemen (siehe Kapitel 4.4) sehr viel höher ist. Unabhängig davon reagiert NO langsam mit Ozon zu NO<sub>2</sub>; daher ist der NO-Anteil bei NO<sub>x</sub> außerhalb von Städten und fernab von Straßen sehr niedrig (allerdings bei generell niedrigem Belastungsniveau).

Von 1990 bis 2013 kam es in Österreich zu einer Abnahme der Stickstoffoxid-Emissionen um insgesamt 25 % auf rund 162.300 Tonnen, wobei 2013 um 1,4 % weniger NO<sub>x</sub> emittiert wurde als im Jahr zuvor. Abzüglich der Emissionen aus dem Kraftstoffexport (im Fahrzeugtank exportierte Kraftstoffmengen) lagen die Emissionen 2013 bei rund 136.000 Tonnen NO<sub>x</sub> (-3,6 % gegenüber 2012).

Die Abnahme der NO<sub>x</sub>-Emissionen ist seit 2005 v.a. auf den Sektor Verkehr zurückzuführen, bedingt durch die Fortschritte bei der Abgasnachbehandlung, vor allem bei den Dieselfahrzeugen.

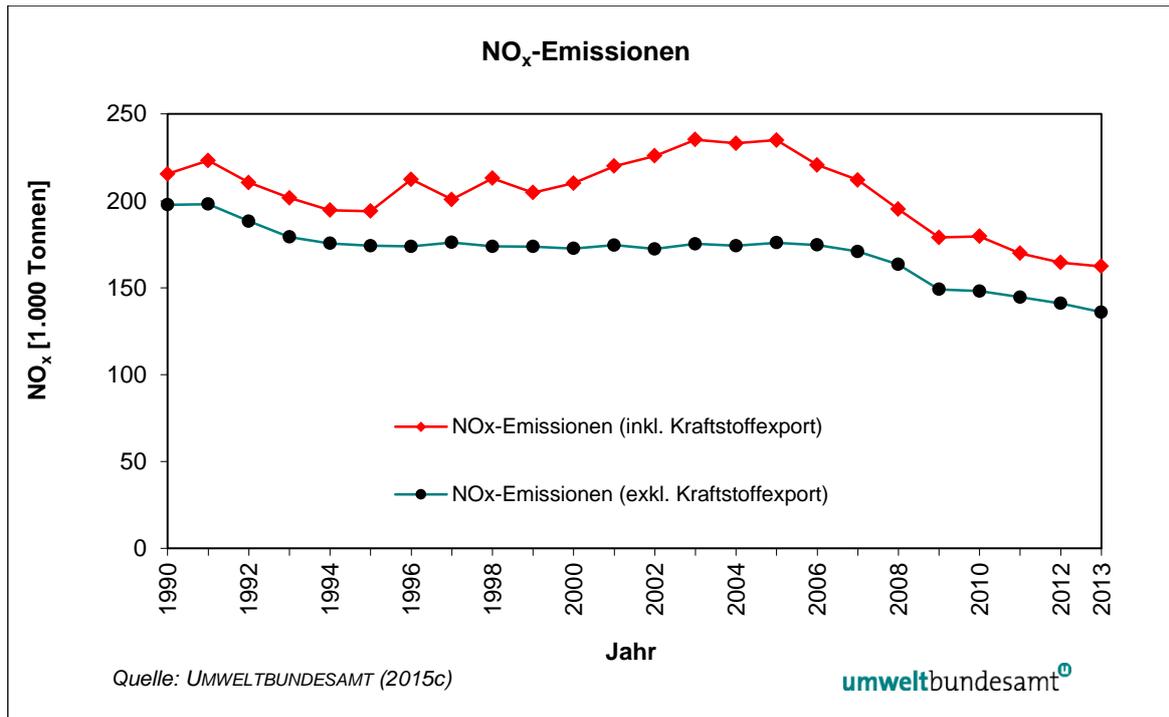


Abbildung 19: Trend der NO<sub>x</sub>-Emissionen (inkl. und exkl. NO<sub>x</sub> aus Kraftstoffexport).

Zur Überwachung der Konzentration an Stickstoffoxiden in der Außenluft wurden im Jahr 2014 in Österreich 143 NO<sub>2</sub>- bzw. NO<sub>x</sub>-Messstellen gemäß IG-L betrieben. 16 dieser IG-L-Messstellen wurden zudem zur Überwachung der Grenzwerte zum Schutz der Ökosysteme und der Vegetation betrieben. Die Grenzwerte des IG-L für NO<sub>2</sub> (Halbstundenmittelwert 200 µg/m<sup>3</sup>, Jahresmittelwert 30 µg/m<sup>3</sup>) wurden 2014 an 30 Messstellen (in allen Bundesländern außer dem Burgenland) überschritten. Davon waren 29 Messstellen von Überschreitungen des Grenzwertes für den Jahresmittelwert (30 µg/m<sup>3</sup>) betroffen, fünf Messstellen von Überschreitungen des als Halbstundenmittelwert definierten Grenzwertes von 200 µg/m<sup>3</sup>.

Die Überschreitungen der Summe aus Grenzwert und Toleranzmarge (5 µg/m<sup>3</sup>) für den Jahresmittelwert – d. h. 35 µg/m<sup>3</sup> als Jahresmittelwert – betreffen 18 Messstellen. Der als Jahresmittelwert definierte Grenzwert der Luftqualitätsrichtlinie von 40 µg/m<sup>3</sup> wurde 2014 an insgesamt elf Stationen überschritten.

Betroffen von Grenzwertüberschreitungen gemäß IG-L sind v. a. die Großstädte Wien, Linz, Salzburg, Graz und Innsbruck, verkehrsnah städtische Gebiete, u. a. in Klagenfurt, St. Pölten, Hallein, Lienz, Lustenau und Feldkirch sowie Gebiete entlang von Autobahnen.

Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass die Grenzwerte auch in anderen Städten an verkehrsbelasteten Standorten sowie an anderen Autobahnen überschritten werden, an denen sich keine Messstellen befinden.

Der Trend der NO<sub>2</sub>- und NO<sub>x</sub>-Konzentration ist in Abbildung 20 als Mittelwert von verschiedenen Typen von Messstellen dargestellt. Der Verlauf folgt weitgehend dem der österreichischen NO<sub>x</sub>-Emissionen; bei NO<sub>2</sub> überlagert durch die gestiegenen primären NO<sub>2</sub>-Emissionen von Diesel-Kfz. Verkehrsnah stieg die Belastung bis etwa 2006 an und sinkt seitdem ab. Im städtischen Hintergrund (d.h. in Wohngebieten abseits stärker befahrener Straßen) blieb das Belastungsniveau bis 2011 weitgehend konstant und hat erst danach etwas abgenommen.

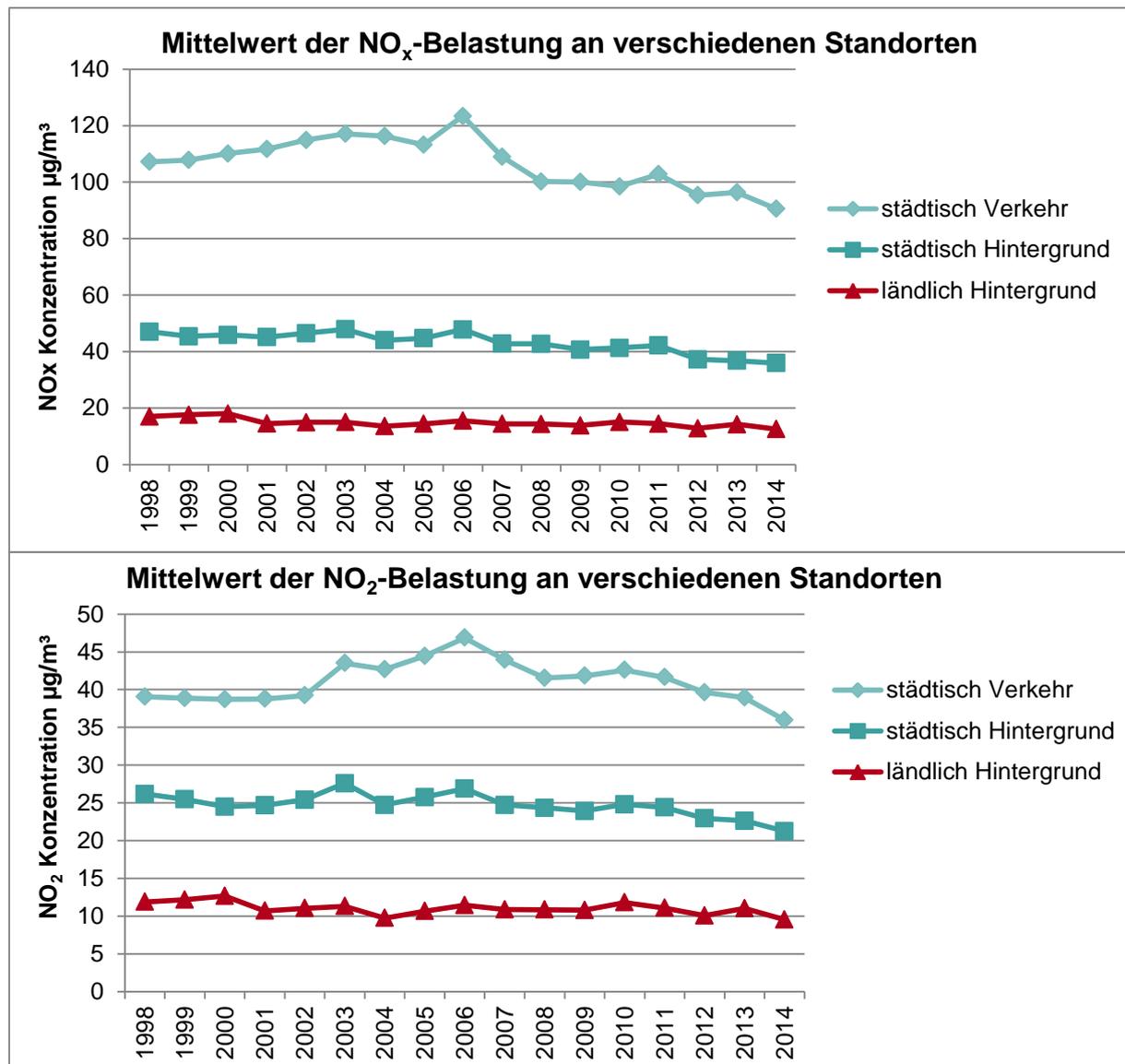


Abbildung 20: Mittelwert der NO<sub>x</sub>- und NO<sub>2</sub>-Konzentration von unterschiedlichen Standorttypen, 1998–2014 (Quelle: UMWELTBUNDESAMT 2015d, Ämter der Landesregierungen, Umweltbundesamt).

### 4.3 Zusammenhang zwischen Emissionen und Belastung (Immissionen)

NO<sub>2</sub> wird zum Teil direkt emittiert, zu einem großen Teil wird es jedoch in der Atmosphäre durch Umwandlung aus Stickstoffmonoxid (NO) gebildet, das v. a. bei Verbrennungsprozessen emittiert wird. An emittententfernen Standorten besteht ein Großteil der Stickoxide (NO<sub>x</sub> = NO + NO<sub>2</sub>) aus NO<sub>2</sub>, da NO instabil ist und in der Atmosphäre – abhängig von der Ozonkonzentration - zum Großteil (ca 90%) zu NO<sub>2</sub> oxidiert wird. Allerdings ist die gesamte NO<sub>2</sub> Konzentration an emittententfernen Standorten in der Umgebungsluft gering (siehe Abbildung 18). An verkehrsnahen Messstellen liegen hingegen nur ca 30-40% der gesamten Stickoxide als NO<sub>2</sub> vor. Da die Konzentration von Stickoxiden an verkehrsnahen Messstellen aufgrund der unmittelbaren Nähe zu den Emissionsquellen insgesamt sehr hoch ist, treten dort aber auch die meisten NO<sub>2</sub>-Grenzwertüberschreitungen auf.

Bei den Betrachtungen zu den NO<sub>x</sub>- Emissionen und Verursachersektoren in Kapitel 4.2 ist zu beachten, dass diese als Summe bzw. im Mittel über ganz Österreich angeführt sind. Für die lokale Belastungssituation in Städten und entlang von stärker befahrenen Straßen spielt aber der Verursachersektor Verkehr eine wesentlich größere Rolle, während die Beiträge aus den anderen Quellen (v.a. Emissionen aus hohen Schornsteinen) an Bedeutung verlieren. So zeigen Modellrechnungen wie sie für Wien oder Graz verfügbar sind, NO<sub>x</sub>-Anteile aus dem Straßenverkehr von 60-70 %, lokal bis 90 % (KURZ et al. 2014; AMT DER STEIERMÄRKISCHEN LANDESREGIERUNG 2013; siehe auch Abbildung 21 und Abbildung 22). Ebenso wird straßennah die Belastung durch die primären NO<sub>2</sub>-Emissionen aus Dieselfahrzeugen dominiert (siehe Kapitel 4.4).

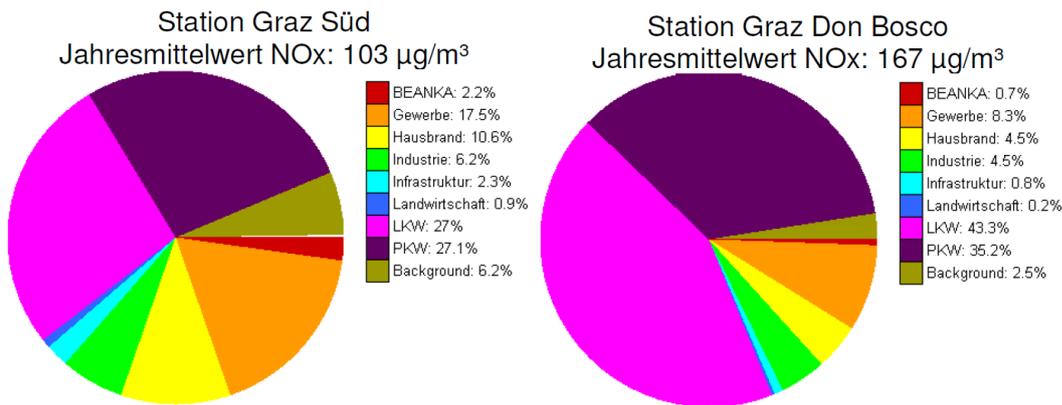


Abbildung 21: Modellierte Beiträge verschiedener Quellen zu NO<sub>x</sub>-Jahresmittelwerten an den Messstellen Graz Süd und Don Bosco, Bezugsjahr 2006 (Quelle: AMT DER STEIERMÄRKISCHEN LANDESREGIERUNG 2013).

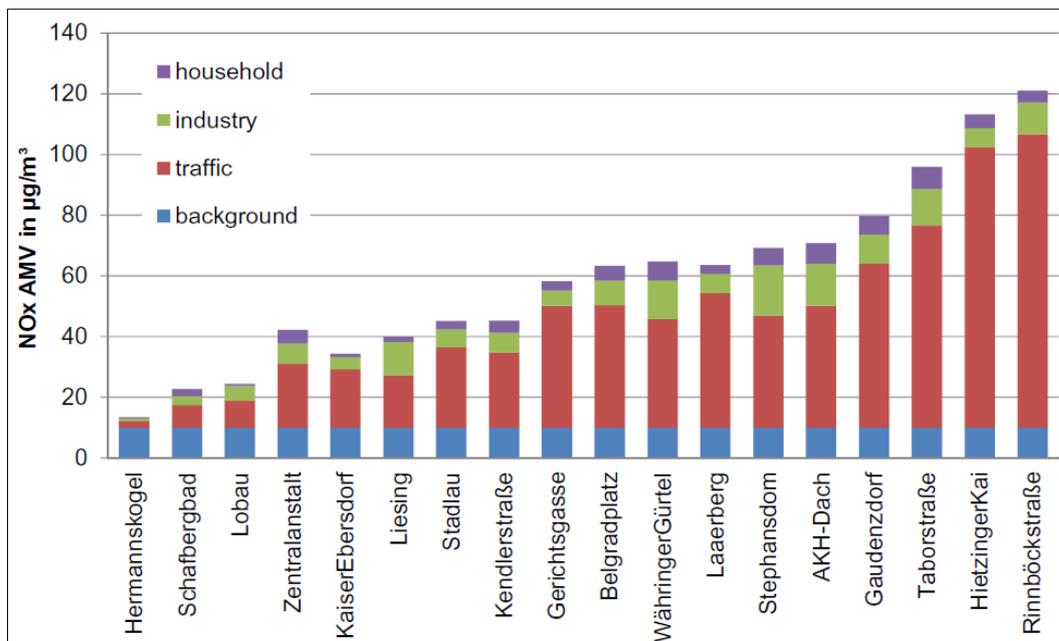


Abbildung 22: Modellierte Quellzuordnung zum NO<sub>x</sub>-Jahresmittelwert an den Messstellen in Wien (Quelle: KURZ et al. 2014).

## 4.4 Entstehung von NO<sub>2</sub>-Emissionen am Fahrzeug

Wie in Kapitel 3.1 diskutiert, spielen die NO<sub>2</sub>-Emissionen unter den Stickoxiden eine besondere Rolle. Zum einen sind sie eine besondere Gefahr für die menschliche Gesundheit, zum anderen werden Überschreitungen der Immissionsgrenzwerte beim NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwert an vielen straßennahen Messstellen verzeichnet.

### Entstehung

NO<sub>2</sub> entsteht vor allem bei der Abgasnachbehandlung bei Diesel PKW. In diesem wird zur Entfernung der Rußbelastung ein keramischer oder metallischer Dieselpartikelfilter in das Abgassystem eingebaut, der die Rußteilchen zurückhält. Dieser wirkt aber auch gleichzeitig als Oxidationskatalysator, der mithilfe des Sauerstoffüberschusses aus dem mageren Kraftstoff-Luft-Gemisch, mit dem Dieselmotoren arbeiten, einige Schadstoffe oxidiert. Kohlenmonoxid (CO) und Kohlenwasserstoffe (HC) werden vereinfacht zu Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) und Wasser (H<sub>2</sub>O), und Stickstoffmonoxid (NO) wird zu Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>). (Im Gegensatz dazu, Benzinmotoren arbeiten mit Sauerstoffmangel, bei dieser Gemengezusammensetzung kann der 3-Wege-Katalysator die Stickoxide reduzieren, der dabei freiwerdende Sauerstoff reicht aus um die HC und CO zu oxidieren).

Dieses im Oxidationskatalysator entstandene NO<sub>2</sub> wird dann vom nachgeschalteten Partikelfilter (CRT System, continuous regenerating trap) benötigt, um vor allem bei niedrigeren Betriebstemperaturen zu regenerieren. Ein Dieselfahrzeug, ausgestattet mit Oxidationskatalysator und Partikelfilter, emittiert weiterhin Stickoxide NO und NO<sub>2</sub>.

### Gründe für die hohe NO<sub>2</sub> Konzentration an straßennahen Messstellen

*- Starke Zunahme am Diesel Bestand/Diesel Fahrleistung*

Der Anteil der Diesel-PKW am Gesamtbestand nimmt seit 1990 ständig zu. 1990 betrug dieser 14%; im Jahr 2013 bereits 56%. Bei den Nutzfahrzeugen waren es 1990 62%, bis 2013 stieg der Anteil auf 94%. Im Jahr 2013 wurden rund 60% aller PKW-km von Dieselfahrzeugen zurückgelegt. Die Zunahme der Fahrleistung der Dieselfahrzeuge von 1990 bis 2013 betrug rund 442%.

*- Reale NO<sub>x</sub> Emissionen sind viel höher als in der Typprüfung*

Nachstehende Abbildung zeigt, dass es noch zu keiner Annäherung zwischen realen NO<sub>x</sub>-Emissionen (gemäß HBEFA) und den Emissionen gemäß Typprüfung gekommen ist. Die geringste Divergenz zwischen Realbetrieb und Typprüfung gab es bei EURO 2 Fahrzeugen, allerdings ist das Niveau relativ hoch. Bei EURO 4 bzw. EURO 5 Fahrzeugen zeigen Messungen, dass die realen Emissionswerte die Emissionen im gesetzlich vorgeschriebenen Prüfzyklus um den Faktor 2 (EURO 4) bis Faktor 4 (EURO 5) übersteigen. Der Trend zur Divergenz setzt sich bei EURO 6 fort, wobei aufgrund der noch geringen Fahrzeuganzahl noch keine ausreichend abgesicherten Emissionsdaten vorliegen. Deshalb können für EURO 6 Fahrzeuge derzeit nur Bandbreiten abgeschätzt werden (siehe Abbildung 21). In der Abbildung sind die optimistischen Emissionsannahmen für EURO 6 Fahrzeuge dunkelgrau, die pessimistischen Emissionsfaktoren in hellgrau eingezeichnet.

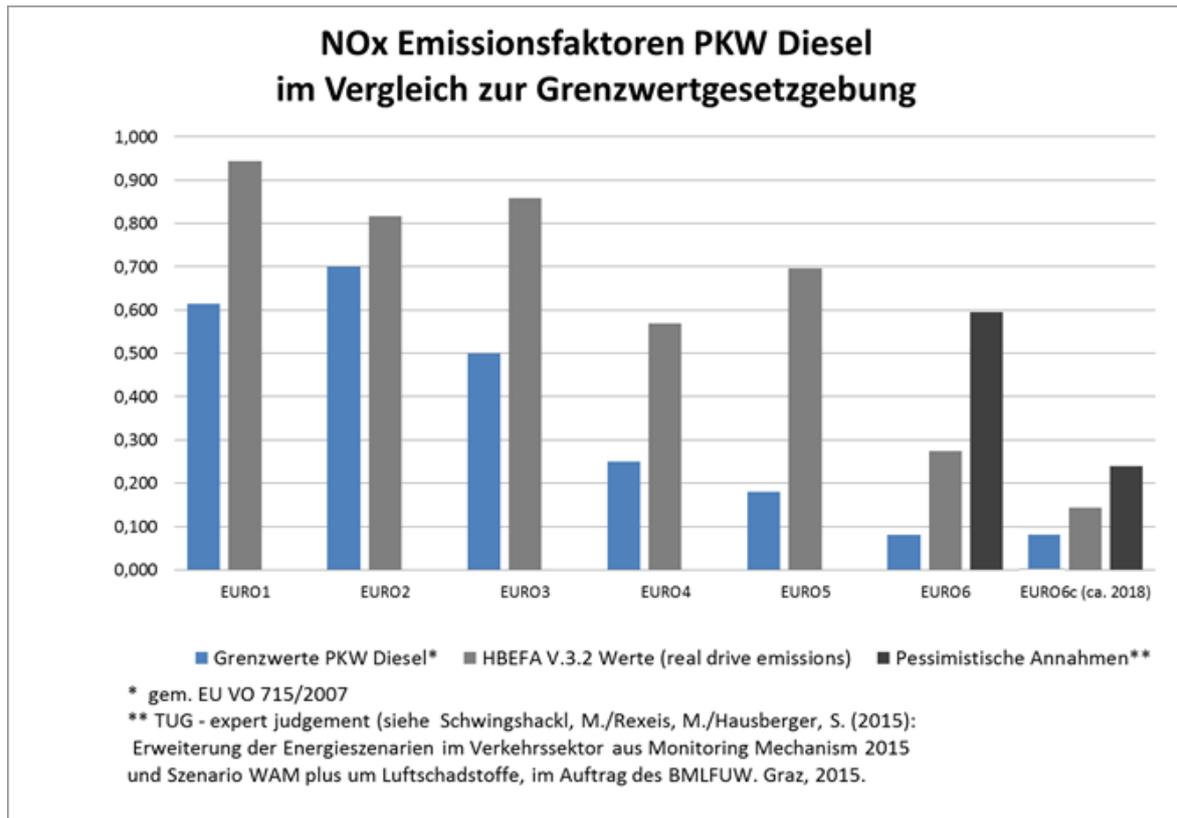


Abbildung 23: NO<sub>x</sub>-Emissionsfaktoren von PKW-Diesel – Grenzwerte versus reale Emissionen

Die europäische Grenzwertgesetzgebung für NO<sub>x</sub>-Emissionen von Diesel-PKW hat daher trotz deutlicher Absenkung der Grenzwerte in den letzten 20 Jahren real zu keiner deutlichen Abnahme der spezifischen Fahrzeugemissionen geführt.

## 4.5 Stickoxid-Nachbehandlungssysteme

Um die Euro 6 Abgasnormen zu erfüllen, sind Stickoxid-Nachbehandlungssysteme erforderlich. Stand der Technik sind hier sogenannte SCR-Katalysatoren (selective-catalytic-reduction). Hier wird eine 32,5 %ige Harnstofflösung (z.B. AdBlue®) in das Abgassystem gesprüht. Der Harnstoff wird zu Ammoniak und CO<sub>2</sub> hydrolysiert, das Ammoniak reagiert im SCR mit den Stickoxiden zu Wasser und Stickstoff. Als Alternative zum SCR Katalysator gibt es noch den Speicherkatalysator. Dieser regeneriert zirka alle 60 Sekunden mit angefettetem (Luftmangel) Kraftstoffgemisch, somit hat er jedoch Nachteile hinsichtlich CO<sub>2</sub> und Kraftstoffverbrauch. Von seinem NO<sub>2</sub>-Minderungspotenzial her ist er überdies begrenzt und kann auf lange Sicht nur eine Übergangslösung darstellen.

Moderne, schwere Nutzfahrzeugmotoren (Euro VI) verfügen über eine Reihe von Abgasnachbehandlungssystemen, Abgasrückführung zur innermotorischen NO<sub>x</sub> Minderung, Diesel Oxidation Catalyst (DOC) zur Bildung von NO<sub>2</sub> und Reduktion von HC und CO, DPF zur Partikelabscheidung und SCR zur NO<sub>x</sub>-Reduktion. Schwere Nutzfahrzeuge der Abgasklasse Euro VI (diese wurde bei schweren Nutzfahrzeugen bereits 2013 eingeführt) präsentieren sich auch unter Realbetriebssituationen als Fahrzeuge mit niedrigem Emissionsniveau. Dieser Standard ist bei PKW durch die verzögerte Einführung strengerer Testverfahren erst zu erreichen.

## 4.6 NEC Ziel, Begründung der Verfehlung

In dem Bestreben, negative Auswirkungen auf Umwelt und Gesundheit durch Luftschadstoff-Emissionen zu minimieren bzw. zu verhindern, hat die Wirtschaftskommission der Vereinten Nationen für Europa (United Nations Economic Commission for Europe, UNECE) im Jahr 1979 das Übereinkommen über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung (Convention on Long-range Transboundary Air Pollution, CLRTAP) verabschiedet. Im Rahmen des auch als Genfer Luftreinhaltkonvention bezeichneten Übereinkommens wurde am 1. Dezember 1999 von Österreich das Protokoll zur Verminderung von Versauerung, Eutrophierung und bodennahem Ozon (Göteborg-Protokoll, 1999) unterzeichnet.

Das Protokoll enthält absolute Emissionshöchstmengen für 2010 und trat am 17. Mai 2005 mit der Richtlinie 2001/81/EG, nach ihrer englischen Bezeichnung „National Emission Ceilings“ auch als NEC-Richtlinie bekannt, in Kraft. In der Richtlinie 2001/81/EG haben das Europäische Parlament und der Rat für die Jahre ab 2010 für alle Mitgliedstaaten individuelle und verbindliche Emissionshöchstmengen für Stickstoffoxide (NO<sub>x</sub>), flüchtige organische Verbindungen ohne Methan (NMVOC), Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>) und Ammoniak (NH<sub>3</sub>) festgelegt. Die NEC-Richtlinie wurde im Jahr 2003 mit dem Emissionshöchstmengengesetz-Luft (EG-L, BGBl. I Nr. 34/2003) in nationales Recht umgesetzt.

Die Datengrundlage zur Erfüllung der Berichtspflicht unter Richtlinie 2001/81/EG über nationale Emissionshöchstmengen (NEC) für die vier Luftschadstoffe Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>), Stickstoffoxide (NO<sub>x</sub>), flüchtige organische Verbindungen außer Methan (NMVOC) und Ammoniak (NH<sub>3</sub>) bildet die Österreichische Luftschadstoff-Inventur (OLI), welche vom Umweltbundesamt jährlich erstellt wird.

Im Mai 2012 wurde eine Revision des Göteborg-Protokolls<sup>23</sup> mit neuen Reduktionszielen für das Jahr 2020 verabschiedet. Die nationalen Ziele für 2020 – bezogen auf das Basisjahr 2005 – sind folgende: NO<sub>x</sub>: – 37 %, VOC: – 21 %, SO<sub>2</sub>: – 26 %, NH<sub>3</sub>: – 1 %, PM<sub>2,5</sub>: – 20 %. Die Reduktionsziele entfalten aber keine bindende Wirkung, da Österreich das Göteborg-Protokoll nicht ratifiziert hat.<sup>24</sup>

### **Emissionshöchstmengen nach Emissionshöchstmengengesetz-Luft (EG-L)**

Gemäß Artikel 2 der NEC-Richtlinie gelten zur Erfüllung der Berichtspflicht die Emissionen auf dem Gebiet der Mitgliedstaaten.<sup>25</sup> Diese Emissionsmengen sind Österreichs offizielle Inventurdaten gemäß Artikel 8 (1) der NEC-Richtlinie:

---

<sup>23</sup> [http://www.unece.org/env/lrtap/multi\\_h1.html](http://www.unece.org/env/lrtap/multi_h1.html)

<sup>24</sup> UMWELTBUNDESAMT (2014b), S.25

<sup>25</sup> Somit wird im Sektor Verkehr die im Ausland emittierte Schadstoffmenge von in Österreich gekauftem Kraftstoff nicht berücksichtigt.

<b>Emissionen in tausend Tonnen [Gg]</b>				
	<b>SO<sub>2</sub></b>	<b>NO<sub>x</sub></b>	<b>NMVOG</b>	<b>NH<sub>3</sub></b>
1990	73,7	181,5	272,9	65,5
1995	46,5	162,9	224,0	71,3
2000	31,1	163,4	175,3	65,1
2001	32,0	164,9	173,6	64,6
2002	30,5	162,0	172,3	63,3
2003	31,1	165,2	168,8	62,9
2004	27,4	164,3	150,5	62,1
2005	27,1	167,7	158,7	62,0
2006	28,1	167,6	169,9	62,0
2007	24,5	164,0	156,6	62,9
2008	22,1	158,9	148,1	62,3
2009	17,4	146,1	119,6	63,1
2010	18,7	144,0	131,6	62,2
<b>Emissionshöchstmengen in tausend Tonnen [Gg]</b>				
2010	39,0	103,0	159,0	66,0

Tabelle 7: Nationale Emissionen gemäß NEC Richtlinie

Die von Österreich gemäß EG-L ab dem Jahr 2010 einzuhaltenden Emissionshöchstmengen betragen für Stickstoffoxide (NO<sub>x</sub>): 103 kt pro Jahr. Es ist jedoch nicht gelungen, diese Emissionen im Jahr 2010 einzuhalten.

Zur Erreichung der NEC-Ziele wurde gemäß EG-L (§ 6) ein nationales Maßnahmenprogramm erstellt und im Februar 2010 an die Europäische Kommission übermittelt. Umsetzung und Wirksamkeit dieses Maßnahmenprogramms wurden vom Umweltbundesamt im Rahmen der Arbeiten zum „NEC-Programm Umsetzungsbericht“ evaluiert.<sup>26</sup>

### Gründe für die Zielverfehlung

„Dem Beschluss der Richtlinie 2001/81/EG lag u.a. die Annahme zugrunde, dass die Emissionsregelungen für Kraftfahrzeuge, die auf Unionsebene getroffen wurden, einen ganz wesentlichen Beitrag zur Einhaltung der Emissionshöchstmengen der Mitgliedstaaten liefern. Nach dem Jahr 2000 stellte sich sukzessive die mangelnde Wirksamkeit dieser Regelungen heraus. Dies machte die Einhaltung der nationalen Emissionshöchstmengen für einige Mitgliedstaaten schwierig bis unmöglich, weil zur Reduktion der Emissionen der Kraftfahrzeugflotte keine äquivalenten Maßnahmen auf nationaler Ebene möglich sind. Die Richtlinie sieht dafür jedoch keine Kompensationsmechanismen vor. Die Kommission hat erst sehr spät (nach dem Jahr 2010) konkrete Maßnahmen zur Verbesserung des Emissionsverhaltens von Pkw in die Wege geleitet, die noch nicht beschlossen sind und deren Wirksamkeit erst gegen Ende dieses Jahrzehnts zu erwarten

<sup>26</sup> UMWELTBUNDESAMT (2014b), S.25f.

ist. Die fehlende Korrekturmöglichkeit bedeutet in diesem Fall, dass die Folgen von Mängeln der Unionsgesetzgebung auf die Mitgliedstaaten übergewälzt werden.“

Die Probleme gehen auf Annahmen bei der Festlegung der Emissionshöchstmengen zurück, die aus heutiger Sicht zu optimistisch erscheinen bzw. die sehr stark von der später eingetroffenen Entwicklung abweichen und für die keine Korrekturmöglichkeiten in der Richtlinie vorgesehen sind.

So liegt das Hauptproblem im Verkehrssektor darin, dass die Neuzulassungen von Diesel-PKW viel höher waren als in den damaligen - der Zielvereinbarung zugrundeliegenden - Projektionen abgeschätzt wurde. Zudem emittieren Diesel-PKW unter realen Bedingungen viel mehr NO<sub>x</sub> als erwartet. Dies wird als Folge der Bemühungen der EU um die Erreichung hoher Kraftstoffeffizienz gesehen. So wurde zwar eine Steuerung der CO<sub>2</sub>-Emissionen erreicht, jedoch zum Nachteil der NO<sub>x</sub>-Emissionen.<sup>27</sup>

## 4.7 Entwicklung der NO<sub>x</sub>-Emissionen des Transportsektors - Annahmen und reale Emissionsentwicklung

In einer Studie<sup>28</sup> des IVT – Institut für Verbrennungskraftmaschinen und Thermodynamik der TU Graz wurde untersucht, wie hoch die NO<sub>x</sub>-Emissionen des Verkehrssektors mit den Aktivitäten (Fahrleistungen) der aktuellen Luftschadstoffinventur gerechnet mit den Emissionsfaktoren des HBEFA V 1.2 (erschienen im Jahr 1999) gewesen wären. In der damaligen Version des Handbuches Emissionsfaktoren wurde angenommen, dass die realen Emissionen der Fahrzeuge zwar über jenen im Testbetrieb liegen, jedoch die Absenkraten ähnlich wären wie die Absenkungen der NO<sub>x</sub>-Grenzwerte.

Unter dieser Annahme wären die NO<sub>x</sub>-Emissionen im Jahr 2010 um rund 25 kt geringer gewesen als die tatsächlichen aufgetretenen Emissionen. In Österreich wurden im Jahr 2010 144 kt NO<sub>x</sub> emittiert und der Zielwert somit um 31 kt überschritten. Ein Großteil – knapp 80 % - der nationalen Emissionsüberschreitung ist somit auf die Abweichungen zwischen Realemissionen und Testemissionen bei Fahrzeugen zurückzuführen.

In der folgenden Abbildung ist die Diskrepanz zwischen ehemals zu erwartenden Emissionsreduktionen und den real aufgetretenen Emissionen dargestellt.

---

<sup>27</sup> BORKEN-KLEEFELD, J. (2012)

<sup>28</sup> REXEIS/SCHWINGSHACKL/HAUSBERGER (2014)

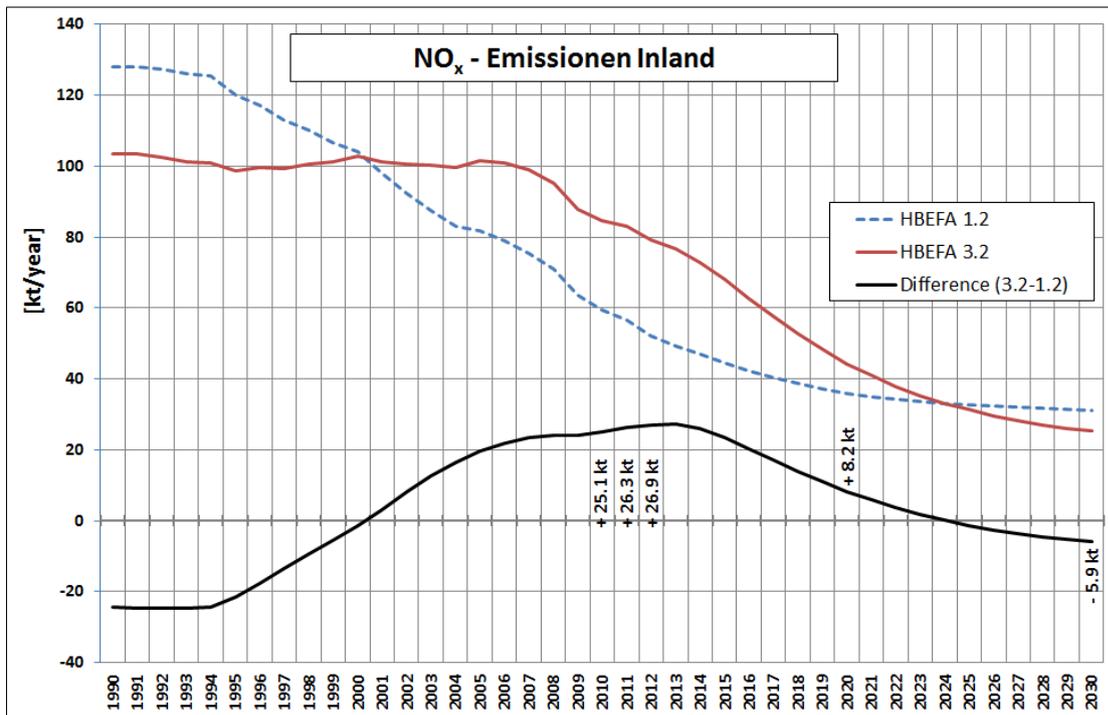


Abbildung 24: NO<sub>x</sub>-Emissionen des Verkehrssektors gerechnet mit HBEFA 1.2 und HBEFA 3.2

## 4.8 Externe Kosten

Die monetäre Bewertung der Umwelt bzw. von Umweltqualitäten entstand aus dem Versuch, die negativen Effekte menschlichen Handelns – in diesem Fall des Verkehrs - auf die Umwelt in Werteinheiten zu beziffern. Solche Werteinheiten die Umwelt betreffend werden im Verkehrsbereich im Rahmen von Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen für Planungsentscheidungen (Kosten-Nutzen-Analyse) oder bei Preisentscheidungen (Besteuerung und Maut) benötigt und sollen zu besseren Entscheidungen unter Berücksichtigung externer Effekte des Transportsektors führen.

Externe Effekte sind Wirkungen, die auf das Verhalten eines oder mehrerer Individuen zurückzuführen sind, aber nicht nur diese, sondern (auch oder nur) andere Individuen betreffen und die nicht durch Gegenleistungen abgegolten werden. Negative externe Effekte oder externe Kosten sind für die betroffenen Individuen unerwünschte Effekte.

### Schadenskosten

Die Bewertung wird direkt aus dem Ressourcenverbrauch abgeleitet und basiert auf den quantitativen Zusammenhängen zwischen den Effekten des Verkehrs und den dadurch verursachten Schäden. Die Kosten werden direkt aus den tatsächlich anfallenden Schäden ermittelt, die mit Marktpreisen für beanspruchte oder ausgefallene Ressourcen (z.B. Materialkosten, Löhne, Zinsen) bewertet werden. Somit wird ein Referenzwert ermittelt. Der Schadenskostenansatz wird häufig zur Bewertung von Umwelt- und Unfallkosten angewendet (z.B. werden bei den Umweltkosten die Gesundheitsschäden durch verkehrliche Schadstoffemissionen evaluiert).

Im Handbuch der externen Kosten<sup>29</sup> werden die Schadenskosten für NO<sub>x</sub> in der Europäischen Gemeinschaft mit € 17.285.- pro Tonne (2010) angegeben. Für das Ziel-Jahr der NEC Richtlinie (2010) beläuft sich die Differenz zwischen den Realen Emissionen und den auf Basis von Emissionsfaktoren ohne Testzyklusanpassungen ermittelten Gesamtemissionen im Transport auf 25,1 kt (siehe Abbildung 24: NO<sub>x</sub>-Emissionen des Verkehrssektors gerechnet mit HBEFA 1.2 und HBEFA 3.2). Diese Differenz ergibt hochgerechnet für das Jahr 2010 zusätzliche Schadenskosten von rd. 438 Mio. €.

## 4.9 Mögliche Auswirkungen auf die Luftqualität

Eine Abschätzung der Auswirkungen der höheren Realemissionen auf die Luftqualität in Österreich ist schwierig durchzuführen, da hierfür die genauen Effekte ohne deutliche Realemissionsabweichungen bekannt sein müssten, vor allem aber die lokale klimatologische Situation wesentlichen Einfluss auf die örtliche Luftqualität und somit die Schadstoffbelastung hat.

Im Bericht „Stickstoffoxidimmissionen an der Messstelle Vomp: Szenarien für 2015 - 2020 (ÖKOSCIENCE 2015) werden die Emissionsminderungseffekte verschiedener Maßnahmen zur Reduktion der NO<sub>x</sub> Emissionen an der Inntalautobahn analysiert. In einem Szenario (Szenario M6) wird analysiert, welche Auswirkungen zu erwarten wären, wenn statt der Österreichischen die Schweizer Flotte auf der A12 fahren würde. Die Schweiz verfügt über einen deutlich geringeren Anteil an Dieselfahrzeugen, dieses Szenario zeigt somit annäherungsweise die Effekte einer Flotte, in welcher Dieselfahrzeuge (speziell Euro 3-5) im Realbetrieb deutlich reduzierte Emissionen aufweisen.

Berechnet wurde das Szenario mit einem Dieselanteil von 33% (wie in der Schweiz). Eine derartige Flottenzusammensetzung zeigt sich in den Auswirkungen auf die Luftqualität an der Messstelle Vomp (autobahnahe Lage) wirksamer als alle Maßnahmen, die in Tirol in Diskussion bzw. Umsetzung sind (permanentes Tempo 100, Fahrverbot für Sattelzüge Euro III, Fahrverbot für Solo LKW Euro II und III, Sektorales Fahrverbot für schwere Nutzfahrzeuge). Das Ergebnis ist eine Einsparung von etwa 9<sup>o</sup>µg/m<sup>3</sup> NO<sub>2</sub> gegenüber dem Basisszenario 2012 auf 55,3 statt 63,9<sup>o</sup>µg/m<sup>3</sup> NO<sub>2</sub>.

Dies entspricht einer Verringerung der NO<sub>2</sub>-Belastung um 15%. Dieser Effekt ist nur für die Messstelle Vomp A12 und die spezielle Belastungs- und Ausbreitungssituation untersucht und ermittelt worden, zeigt jedoch den massiven Einfluss der Diesel-NO<sub>x</sub>-Emissionen auf die Luftqualität speziell in Straßennähe. Eine Absenkung der Realemissionen bei NO<sub>x</sub> analog zu den Grenzwerten in den letzten Jahrzehnten hätte somit die Notwendigkeit für Verkehrsbeschränkungen wie Fahrverbote bzw. Geschwindigkeitsbeschränkungen aus Luftqualitätsgründen deutlich reduziert.

---

<sup>29</sup> EC – EUROPEAN COMMISSION, DG MOBILITY AND TRANSPORT (2014), Seite 37

## LITERATURLISTE

- AMT DER STEIERMÄRKISCHEN LANDESREGIERUNG (2013): Statuserhebung Stickstoffdioxid entlang des steirischen Autobahnnetzes Ergänzung zur NO<sub>2</sub>-Statuserhebung in Graz gemäß § 8 Immissionsschutzgesetz Luft BGBl. I Nr. 115/1997 i.d.g.F. Bericht: Lu-11-2013.
- BORKEN-KLEEFELD, J. et al. (2012): Impact of NO<sub>x</sub> vehicle emission standards failure on Air Quality in Europe. 9th International Transport and Air Pollution Conference 2012 (TAP2012), 26-27 November 2012, Thessaloniki, Greece; [http://www.iiasa.ac.at/publication/more\\_XP-12-037.php](http://www.iiasa.ac.at/publication/more_XP-12-037.php).
- BMLFUW – Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (2007): Klimastrategie 2007. Anpassung der Klimastrategie Österreichs zur Erreichung des Kyoto-Ziels 2008–2012. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, 21.03.2007. Wien. <http://www.klimastrategie.at>
- BMLFUW – Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (2014): Lichtblau, G.; Pötscher, F.: CO<sub>2</sub>-Monitoring 2014, Zusammenfassung der Daten der Neuzulassungen von Pkw der Republik Österreich gemäß Entscheidung Nr. 1753/2000/EG für das Berichtsjahr 2013. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien, 2014.
- BMLFUW – Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (2015): Österreichs JI/CDM-Programm 2014. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, 2015. Wien.
- DIPPOLD, M.; REXEIS, M. & HAUSBERGER, S. (2012): NEMO – A Universal and Flexible Model for Assessment of Emissions on Road Networks. 19th International Conference „Transport and Air Pollution“, 26. – 27.11.2012, Thessaloniki.
- EC – EUROPEAN COMMISSION, DG MOBILITY AND TRANSPORT (2014): Update of the Handbook on External Costs of Transport, prepared by Ricardo-AEA, 2014
- KELLER, M. et al. (2004): Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs 2.1 – Dokumentation, Bern/Heidelberg/Graz, 30. Juli 2004.
- KURZ, C.; ORTHOFER, R.; STURM, P.; KAISER, A.; UHRNER, U.; REIFELTSHAMMER, R. & REXEIS, M. (2014): Projection of the air quality in Vienna between 2005 and 2020 for NO<sub>2</sub> and PM<sub>10</sub>. Urban Climate 10 (2014) 703–719.
- HAUSBERGER, S. & MOLITOR, R. (2004): Abschätzung der Auswirkungen des Tanktourismus auf den Treibstoffverbrauch und die Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emissionen in Österreich. TU Graz im Auftrag des Lebensministeriums, nicht veröffentlicht. Graz, 2004.
- HAUSBERGER, S. & MOLITOR, R. (2009): Abschätzung der Auswirkungen des Tanktourismus auf den Treibstoffverbrauch und die Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emissionen in Österreich. TU Graz im Auftrag des BMLFUW und BMVIT, nicht veröffentlicht. Graz, 2009.

- HAUSBERGER, S. (2011): PHEM - Das Modell der TU Graz zur Berechnung von Kfz- Emissionen und seine Datenbasis bei Euro 5 und Euro 6. Fachtagung: Emissionen und Minderungspotenziale im Verkehrsbereich 21.07.2011. Stuttgart, 2011.
- ICCT – International Council on Clean Transportation (2013): Mock, P., et al. From laboratory to road. A comparison of official and 'real-world' fuel consumption and CO<sub>2</sub> values for cars in Europe and the United States, 2013.
- ICCT – International Council on Clean Transportation (2014): Mock, P., et al. From laboratory to road. A 2014 update of official and 'real-world' fuel consumption and CO<sub>2</sub> values for passenger cars in Europe, 2014.
- ICCT – International Council on Clean Transportation (2014b): Mock, P., et al. The WLTP: How a new test procedure for cars will affect fuel consumption values in the EU, 2014.
- INFRAS (2014): Handbuch Emissionsfaktoren Straße, Version 3.2, Bern, 2014. Dokumentation und allgemeine Erklärung der Version 3.2 noch in Vorbereitung: <http://www.hbefa.net/d/index.html>.
- ÖKOSCIENCE (2015): Stickstoffoxidmissionen an der Messstelle Vomp: Szenarien für 2015 – 2020, Bericht an die Tiroler Landesregierung, Chur, 2015
- REXEIS, M.; SCHWINGSHACKL, M. & HAUSBERGER, S. (2014): Assessment of transport emissions in Austria based on emission factors from HBEFA1.2 and HBEFA3.2. Im Auftrag des BMLFUW (DG I – Environment and Climate Protection). Graz, 2014.
- SCHWINGSHACKL, M. et al. (2012): Update der Emissionsfaktoren für die Luftschadstoffinventur, Zwischenbericht; FVT – Forschungsgesellschaft für Verbrennungskraftmaschinen und Fahrzeugtechnologie der TU Graz, erstellt im Auftrag der Umweltbundesamt GmbH, Graz, 2012.
- SCHWINGSHACKL, M. et al. (2013): Update der Emissionsfaktoren für die Luftschadstoffinventur, Endbericht; FVT – Forschungsgesellschaft für Verbrennungskraftmaschinen und Fahrzeugtechnologie der TU Graz, erstellt im Auftrag der Umweltbundesamt GmbH, Graz, 2013.
- SCHWINGSHACKL, M. et al. (2015): Straßenverkehrsemissionen und Emissionen sonstiger mobiler Quellen Österreichs für die Jahre 1990 bis 2013 (OLI2014), im Auftrag des BMLFUW, Graz, 2015.
- T&E – Transport and Environment (2015): How clean are Europe's cars? An analysis of carmakers progress towards EU CO<sub>2</sub> targets in 2014. 10th Edition.
- TÜV – Technischer Prüfverein (2015). TÜV Süd: Ein Zyklus für alle, <http://www.tuev-sued.de/tuev-sued-konzern/presse/pressearchiv/tuev-sued-ein-zyklus-fuer-alle>, Zugriff am 16.07.2015
- UMWELTBUNDESAMT (2014): NEC-Programm – Umsetzungsbericht. Monitoring des Nationalen Programms, Reports REP-0362, Wien, 2014.
- UMWELTBUNDESAMT (2014b): Emissionstrends 1990-2012. Ein Überblick über die österreichischen Verursacher von Luftschadstoffen. Umweltbundesamt, Reports REP-0489, Wien, 2014.
- UMWELTBUNDESAMT (2015a): Austria's Annual Air Emission Inventory 1990-2013. Submission under the United Nations Framework Convention on Climate Change. Reports REP-0502, Umweltbundesamt, Wien, 2015.
- UMWELTBUNDESAMT (2015b): Klimaschutzbericht 2015. Umweltbundesamt, Wien, 2015; noch nicht veröffentlicht.

UMWELTBUNDESAMT (2015c): Emissionstrends 1990-2013. Ein Überblick über die österreichischen Verursacher von Luftschadstoffen. Umweltbundesamt, Wien, 2015; noch nicht veröffentlicht.

UMWELTBUNDESAMT (2015d): Spangl, W. & Nagl, C.: Jahresbericht der Luftgütemessungen in Österreich 2014. Reports, Bd. REP-0520. Umweltbundesamt, Wien.

WHO – World Health Organization (2013a): Review of evidence on health aspects of air pollution – REVIHAAP Project. Technical Report. WHO Regional Office for Europe, Copenhagen.

WHO – World Health Organization (2013b): Health risks of air pollution in Europe – HRAPIE project. Recommendations for concentration–response functions for cost–benefit analysis of particulate matter, ozone and nitrogen dioxide. WHO Regional Office for Europe, Copenhagen.

# INFORMATIONEN ZUR UMWELTPOLITIK

„Informationen zur Umweltpolitik“ werden in unregelmäßigem Abstand vom Institut für Wirtschaft und Umwelt der AK herausgegeben und behandeln aktuelle Fragen der Umweltpolitik. Sie sollen in erster Linie Informationsmaterial und Diskussionsgrundlage für an diesen Fragen Interessierte darstellen.

Bei Interesse an vergriffenen Bänden wenden Sie sich bitte an die Sozialwissenschaftliche Studienbibliothek der AK Wien.

- |  |   |
|--|---|
| <p>150 <i>Wasser zwischen öffentlichen und privaten Interessen – Internationale Erfahrungen</i><br/>Wolfgang Lauber (Hrsg.), 2002</p> <p>151 <i>Umwelthaftung – bitte warten. Der Vorschlag der EU-Kommission zur Umwelthaftung – Wem nützt er wirklich?</i><br/>Werner Hochreiter (Hrsg.), 2002</p> <p>152 <i>Das rechtliche Umfeld des Berichts von PricewaterhouseCoopers zur österreichischen Siedlungswasserwirtschaft</i><br/>Michael Hecht, 2003</p> <p>153 <i>Internationaler Vergleich der Siedlungswasserwirtschaft</i><br/>Wilfried Schönböck et al., 2003</p> <p>153/Band 1: <i>Länderstudie Österreich.</i> 2003</p> <p>153/Band 2: <i>Länderstudie England und Wales.</i> 2003</p> <p>153/Band 3: <i>Länderstudie Frankreich.</i> 2003</p> <p>153/Band 4: <i>Überblicksdarstellungen Deutschland und Niederlande.</i> 2003</p> <p>153/Band 5: <i>Systemvergleich vor europäischem und ökonomischem Hintergrund.</i> 2003</p> <p>154 <i>Was kostet die Umwelt? GATS und die Umweltrelevanz der WTO-Abkommen</i><br/>Tagungsband, Wolfgang Lauber (Hrsg.), 2003</p> <p>155 <i>Ausverkauf des Staates? Zur Privatisierung der gesellschaftlichen Infrastruktur</i><br/>Tagungsband, Wolfgang Lauber (Hrsg.), 2003</p> | <p>156 <i>Umweltschutz- und ArbeitnehmerInnenenschutz- Managementsysteme</i><br/>Thomas Gutwinski, Christoph Streissler (Hrsg.), 2003</p> <p>157 <i>Bestrafung von Unternehmen – Anforderungen an die kommende gesetzliche Regelung aus ArbeitnehmerInnen- und KonsumentInnen-sicht,</i><br/>Tagungsband, Werner Hochreiter (Hrsg.), 2003</p> <p>158 <i>Was kostet die Umwelt? Wie umweltverträglich ist die EU?</i><br/>Tagungsband. 2004</p> <p>159 <i>Schutz von Getränkemehrwegsystemen – Aufarbeitung fachlicher Grundlagen anlässlich der Aufhebung der Getränkeziele durch den Verfassungsgerichtshof</i><br/>Walter Hauer, 2003</p> <p>160 <i>Soziale Nachhaltigkeit</i><br/>Beate Littig, Erich Grießler, 2004</p> <p>161 <i>Der „Wasserkrieg“ von Cochabamba. Zur Auseinandersetzung um die Privatisierung einer Wasserversorgung in Bolivien</i><br/>Hans Huber Abendroth, 2004</p> <p>162 <i>Hauptsache Kinder! Umweltpolitik für Morgen</i><br/>Tagungsband. 2004</p> <p>163 <i>Verkehrsmengen und Verkehrsemissionen auf wichtigen Straßen in Österreich 1985 - 2003</i><br/>Österreichisches Institut für Raumplanung, 2004</p> <p>164 <i>Einflussfaktoren auf die Höhe der Müllgebühren.</i> 2005</p> |
|--|---|

- 165 *Anteil des LKW-Quell-Ziel-Verkehrs sowie dessen Emissionen an gesamten Straßengüterverkehr in Wien*  
Österreichisches Institut für Raumplanung, 2006
- 166 *Privatisierung des Wassersektors in Europa Reformbedarf oder Kapitalinteressen?*  
Wolfgang Lauber (Hrsg), 2006
- 167 *EU und Wasserliberalisierung*  
Elisa Schenner, 2006
- 169 *REACH am Arbeitsplatz Die Vorteile der neuen europäischen Chemikalienpolitik für die ArbeitnehmerInnen*  
Tony Musu, 2006 (vergriffen)
- 170 *Feinstaub am Arbeitsplatz Die Emissionen ultrafeiner Partikel und ihre Folgen für ArbeitnehmerInnen*  
Tagungsband, 2006
- 171 *Luftverkehr und Lärmschutz Ist-Stand im internationalen Vergleich Grundlagen für eine österreichische Regelung*  
Andreas Käfer, Judith Lang, Michael Hecht, 2006
- 173 *Welche Zukunft hat der Diesel? Technik, Kosten und Umweltfolgen*  
Tagungsband, Franz Greil (Hrsg), 2007
- 174 *Umsetzung der EU-Umwelthaftungsrichtlinie in Österreich Tagungsband ergänzt um Materialien und Hintergrunddokumente zum Diskussionsprozess*  
Werner Hochreiter (Hrsg), 2007
- 175 *Klimaschutz, Infrastruktur und Verkehr*  
Karl Steininger et.al., 2007
- 176 *Die Strategische Umweltprüfung im Verkehrsbereich*  
Tagungsband, Cornelia Mittendorfer (Hrsg), 2008
- 177 *Die UVP auf dem Prüfstand Zur Entwicklung eines umkämpften Instruments*  
Tagungsband, Cornelia Mittendorfer (Hrsg), 2008
- 178 *Die Umsetzung der EU-Umgebungs-lärmrichtlinie in Österreich*  
Tagungsband, Werner Hochreiter (Hrsg), 2008
- 179 *Feinstaubproblem Baumaschine Emissionen und Kosten einer Partikelfilternachrüstung in Österreich. 2009*
- 180 *Mehrweg hat Zukunft! Lösungsszenarien für Österreich im internationalen Vergleich*  
Tagungsband, Werner Hochreiter (Hrsg); 2010
- 181 *Siedlungswasserwirtschaft in öffentlicher oder privater Hand England/Wales, die Niederlande und Porto Alegre (Brasilien) als Fallbeispiele*  
Thomas Thaler, 2010
- 182 *Aktionsplanung gegen Straßenlärm – wie geht es weiter?*  
Tagungsband, Werner Hochreiter (Hrsg), 2010
- 183 *Agrotreibstoffe – Lösung oder Problem? Potenziale, Umweltauswirkungen und soziale Aspekte*  
Tagungsband, Christoph Streissler (Hrsg), 2010
- 184 *Lkw-Tempolimits und Emissionen Auswirkungen der Einhaltung der Lkw-Tempolimits auf Autobahnen auf Emissionen und Lärm. 2011*
- 185 *Gesundheitsrelevante Aspekte von Getränkeverpackungen. 2011*
- 186 *Green Jobs Arbeitsbedingungen und Beschäftigungspotenziale*  
Studie, 2012
- 187 *Die Zukunft der Wasserversorgung Der Zugang zu Wasser im Spannungsfeld zwischen öffentlichem Gut, Menschenrecht und Privatisierung*  
Tagungsband, 2013
- 188 *Aktuelle Erkenntnisse zu hormonell wirksamen Substanzen*  
Tagungsbericht, 2013