



Auswirkungen der CO₂-Emissionsvorschriften für neue Personenwagen 2012 – 2015

Bericht des UVEK zuhanden der Kommissionen für Umwelt, Raumplanung und Energie UREK des National- und Ständerats



Datum: 20.12.2016

Ort: Bern

Auftraggeberin: Bundesamt für Energie BFE, 3003 Bern

Auftragnehmer/in: INFRAS AG, 3012 Bern

Mitfinanzierung: -

Autoren: S. Dickenmann, M. Bareit, C. Schreyer, Ph. Wüthrich (INFRAS AG), M. Keller (MK Consulting)

Begleitgruppe: Ramer, Roger (BAFU)
Mosler, Antje (BAFU)
Schneiter, Christoph (ASTRA)
Pfister, Kurt (ASTRA)
Bareit, Markus (BFE)
Dickenmann, Sebastian (BFE)
Schreyer, Christoph (BFE)

BFE-Sektionsleitung: Schreyer, Christoph

BFE-Vertrags- und Projektnummer: SI/200247

Bundesamt für Energie BFE

Mühlestrasse 4, CH-3063 Ittigen; Postadresse: CH-3003 Bern

Tel. +41 58 462 56 11 · Fax +41 58 463 25 00 · contact@bfe.admin.ch · www.bfe.admin.ch



Abkürzungsverzeichnis

ASTRA	Bundesamt für Strassen
B	Benzin-Motor
BAFU	Bundesamt für Umwelt
BEV	Batterieelektrisches Fahrzeug
BFE	Bundesamt für Energie
BFS	Bundesamt für Statistik
CEPE	Center for Energy Policy and Economics
CNG	Erdgas (Compressed Natural Gas)
CO ₂	Kohlendioxid
COC	Übereinstimmungsbescheinigung ("Certificate of Conformity")
D	Diesel-Motor
DI	Direktimporte
E85	Benzin/Ethanol-Gemisch mit 85 Vol-% Ethanol
EEA	European Environmental Agency
EG	Emissionsgemeinschaft
EPA	Environmental Protection Agency (USA)
EU	Europäische Union
GI	Grossimporteur
HBEFA	Handbuch der Emissionsfaktoren des Strassenverkehrs
ICE	Verbrennungsmotor (Internal Combustion Engine)
KI	Kleinimporteur
LEV	Low-emission vehicle (CO ₂ -Ausstoss von weniger als 50g/km)
LPG	Flüssiggas (Liquefied Petroleum Gas)
MOFIS	Motorfahrzeuginformationssystem
NEFZ	Neuer Europäischer Fahrzyklus (engl. NEDC)
PEMS	Portable emission measurement system
PHEV	Plug-in-Hybrid-Fahrzeug
PW	Personenwagen
RDE	real driving emissions
SC	Supercredits
SUV	Sport Utility Vehicle
UREK	Kommission für Umwelt, Raumplanung und Energie
UVEK	Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation



WLTC	worldwide harmonized light vehicles test cycle
WLTP	worldwide harmonized light vehicles test procedure
WTT	well-to-tank
WTW	well-to-wheel
TTW	tank-to-wheel



Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	7
1. Ausgangslage und Zielsetzung	13
1.1 Einführung.....	13
1.2 Auftrag und Ziel des Berichts.....	13
1.3 Aufbau des Berichts.....	14
2. Die CO₂-Emissionsvorschriften in der Schweiz	14
2.1 Ausgangslage und Entstehung der Schweizer CO ₂ -Emissionsvorschriften.....	14
2.2 Ausgestaltung Schweizer CO ₂ -Emissionsvorschriften.....	15
2.2.1 Internationaler Rechtsrahmen.....	15
2.2.2 Grundsätze.....	16
2.2.3 Bemessungsgrundlagen.....	16
2.2.4 Gross- und Kleinimporteure.....	17
2.2.5 Berechnung der Zielvorgaben.....	17
2.2.6 Emissionsgemeinschaften (Pooling) und Spezialziele für Klein-/Nischenhersteller.....	18
2.2.7 Phasing-in, Supercredits und Emissionsreduktion für Erdgasfahrzeuge.....	18
2.2.8 Reduktion für Ökoinnovationen.....	19
2.2.9 Abtretungen.....	19
2.2.10 Sanktionsverfahren bei Zielwertverfehlung.....	20
3. Entwicklung der Neuwagenflotte	20
3.1 Datengrundlage.....	20
3.2 Kenngrößen des Schweizer Marktes für neue Personenwagen.....	21
3.2.1 Allgemeine Marktentwicklung.....	21
3.2.2 Entwicklung der CO ₂ -Emissionen.....	24
3.2.3 Entwicklung des Leergewichts.....	27
3.2.4 CO ₂ -Emissionen und Leergewicht auf Markenebene.....	28
3.3 Diskussion der CO ₂ -Absenkraten.....	29
4. Erreichung der Zielvorgaben und Einfluss der Vollzugsmodalitäten	32
4.1 Struktur Importeure und Emissionsgemeinschaften.....	32
4.2 Entwicklung der CO ₂ -Emissionen und Leergewichte auf Importeuresebene.....	33
4.2.1 CO ₂ -Emissionen und Leergewichte.....	33
4.2.2 Auswirkung von Phasing-in und Supercredits bei der Bestimmung der gewichteten CO ₂ -Emissionen.....	34
4.3 Bestimmung der individuellen Zielvorgabe.....	36
4.4 Zielerreichung (Distance-to-target).....	37
4.5 Entwicklung der Sanktionsbeträge und des Vollzugsaufwands.....	40
4.6 Bedeutung von Vollzugsmodalitäten.....	41
4.6.1 Einführung und Methode.....	41
4.6.2 Phasing-in und Supercredits.....	42
4.6.3 Spezialziele für Klein- und Nischenherstellerfahrzeuge.....	43
4.6.4 Anrechnung Biogas-Anteil.....	44
4.6.5 Einfluss der Modalitäten auf die effektiven CO ₂ -Emissionen.....	44
4.6.6 Abtretungen.....	45



5. Auswirkungen der CO₂-Emissionsvorschriften	46
5.1 Erzielte gesamte CO ₂ -Emissionsreduktionen	46
5.2 Auswirkungen auf Parallel- und Direktimporte und Occasionsfahrzeuge	50
6. Fazit.....	53
6.1 Erfolg der Massnahme.....	53
6.2 Optimierungsmöglichkeiten.....	54
7. Referenzen	56
Anhang A CO₂- und Verbrauchsvorschriften im internationalen Vergleich	58
Anhang B Abweichung zwischen Norm- und Realverbrauch	61
Anhang C Typengenehmigungspolitik von Schweizer Importeuren.....	64
Anhang D Verlagerung zu alternativen Treibstoffen, Vorkettenproblematik, Leakage.....	67
Anhang E Neuwagenflotte Kenngrössen	70
Anhang F Spezialziele für Klein- und Nischenhersteller.....	73
Anhang G Sanktionsbeträge verschiedener Vollzugsmodalitäten-Varianten	75



Zusammenfassung

Dieser Bericht fasst die wichtigsten Erkenntnisse zur Zielerreichung der im Jahr 2012 eingeführten CO₂-Emissionsvorschriften für neue Personenwagen und zur Wirksamkeit der Sanktionen zusammen. Er richtet sich an die zuständigen Kommissionen des National- und Ständerats und erfüllt den gesetzlichen Auftrag gemäss CO₂-Gesetz Artikel 10 Absatz 2 (SR 641.71) und CO₂-Verordnung Art. 37 Abs. 1 (SR 641.711).

Die CO₂-Emissionsvorschriften wurden 2012 in Kraft gesetzt mit dem Ziel, analog zur Europäischen Union (EU) die durchschnittlichen CO₂-Normemissionen von neuen Personenwagen auf 130 Gramm CO₂ pro Kilometer zu senken. Zur Erreichung dieses Ziels bekommen die einzelnen Fahrzeugimporteure und Emissionsgemeinschaften individuelle Zielvorgaben, die abhängig vom durchschnittlichen Leergewicht ihrer jeweiligen Flotte sind. Importeure von Flotten mit überdurchschnittlichem Leergewicht erhalten einen Zielwert > 130 g CO₂/km, Importeure von leichteren Fahrzeugen entsprechend einen Zielwert von < 130 g CO₂/km. Importeure von Fahrzeugmarken mit beschränkten Stückzahlen (sog. Nischen- und Kleinhersteller) können analog zur EU Spezialziele geltend machen. Kleinimporteure mit weniger als 50 Fahrzeugen pro Jahr sowie Privatimporteure müssen grundsätzlich jedes Fahrzeug einzeln abrechnen. Während einer Einführungsphase von 2012 bis 2014 musste jeweils nur ein Teil der Fahrzeugflotte den Zielwert erreichen (sog. Phasing-in) und besonders emissionsarme Fahrzeuge, wie z.B. Elektrofahrzeuge, wurden bis und mit 2015 bei der Berechnung des CO₂-Flottendurchschnitts mehrfach angerechnet (sog. Supercredits). Bei Überschreitung der individuellen Zielvorgabe werden für das erste Gramm CO₂ CHF 7.50, für das zweite Gramm CHF 22.50, für das dritte CHF 37.50 und ab dem vierten Gramm CHF 142.50 pro Fahrzeug fällig.

Die CO₂-Emissionen gemäss Normzyklus sind in den letzten Jahren sowohl bei Benzin- wie auch bei Diesel-Fahrzeugen kontinuierlich gesunken. Wie in Abbildung Z-1 ersichtlich, erreichten die neu immatrikulierten Personenwagen in der Schweiz einen durchschnittlichen CO₂-Wert von 135 g/km, womit das Ziel von 130 g CO₂/km um 5 g CO₂/km verfehlt wurde.

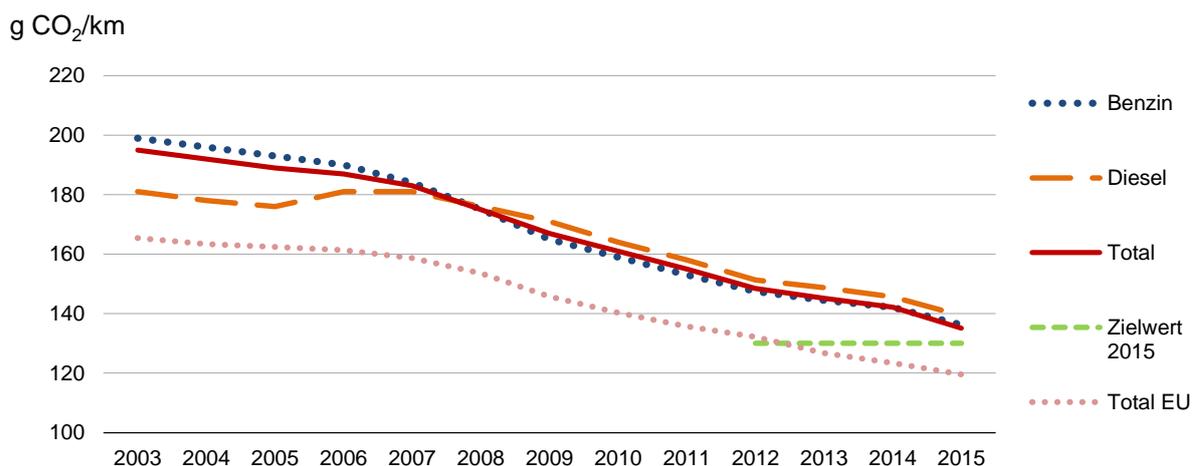


Abbildung Z-1: Mittlere CO₂-Emissionen der neu zugelassenen Benzin- und Diesel-Personenwagen nach Treibstofftyp 2003-2015 (Total: inkl. BEV, PHEV, übrige); Quelle: BFE Vollzugsdaten (2012-2015), BFE (2016b, für Daten vor 2012), EEA (2015)

Obwohl der durchschnittliche Zielwert von 130 g CO₂/km im 2015 verfehlt wurde, erreichten die meisten Importeure ihre individuelle Zielvorgabe. Einerseits lagen die importeurspezifischen Zielvorgaben



aufgrund der Berücksichtigung des Leergewichts und der Spezialziele für einzelne Marken durchschnittlich bei rund 135 Gramm pro Kilometer. Andererseits fielen die sanktionsrelevanten CO₂-Emissionen durch die Supercredits für sehr effiziente Fahrzeuge tiefer aus als im ungewichteten Flottenmittel. Abbildung Z-2 zeigt die Entwicklung der Zielerreichung für die Jahre 2012-2015 auf.

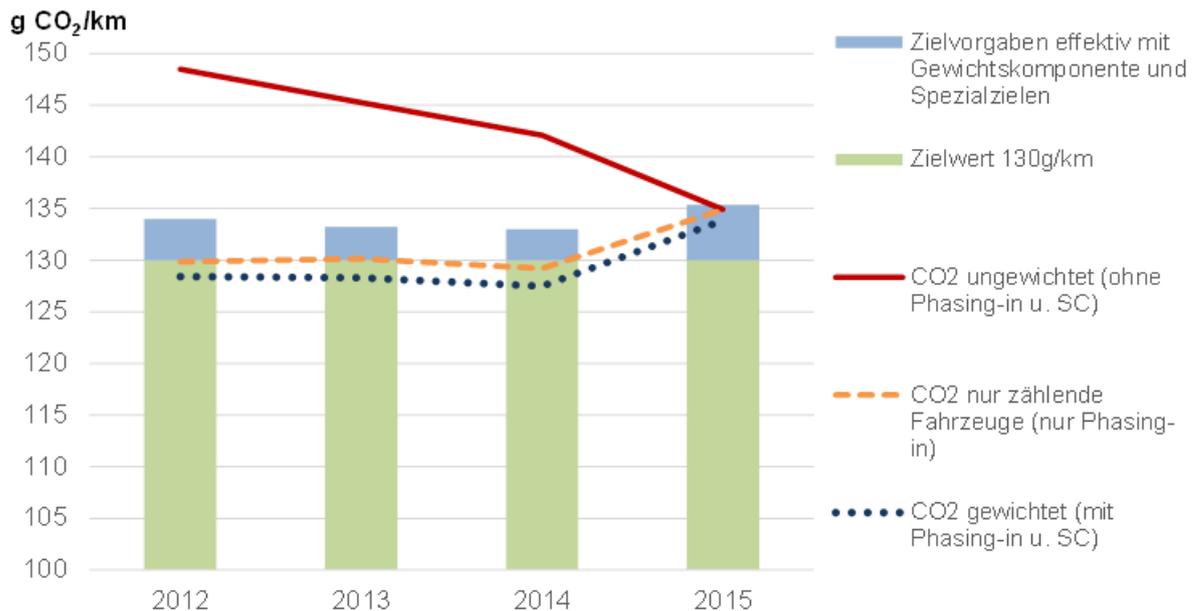


Abbildung Z-2: CO₂-Emissionen und Zielvorgaben mit unterschiedlicher Berücksichtigung von Phasing-in und Supercredits (SC), durchschnittlich über alle Grossimporteure berechnet.

Lagen beispielsweise die tatsächlichen CO₂-Emissionen im 2014 bei 142 g/km, betragen sie unter Berücksichtigung des Phasing-In nur 129 g/km. Die Abbildung Z-2 zeigt aber auch auf, dass die CO₂-Emissionen von Fahrzeugen, welche durch das Phasing-in nicht von den Emissionsvorschriften betroffen sind, weniger stark gesunken sind. Diese Analyse zeigt auf, dass erst eine verbindliche Massnahme ohne weitgehende Ausnahmeregelungen zu den gewünschten CO₂-Absenkungen geführt hat. Der spezifische Einfluss der CO₂-Emissionsvorschriften auf die Reduktion der CO₂-Emissionen kann in diesem Bericht nicht exakt-quantitativ untersucht werden, da für eine solche Abschätzung eine hypothetische Referenzentwicklung mit verschiedenen unsicheren Annahmen notwendig wäre. Ein Vergleich mit einer Kontrollgruppe ist nicht möglich, da die Vorschriften in ganz Europa nahezu gleichzeitig eingeführt wurden.

Abbildung Z-3 fasst die jährlichen prozentualen Absenkungen der CO₂-Emissionen seit 2003 zusammen. Seit der Periode der freiwilligen Vereinbarung bis 2008 sind die Absenkraten deutlich angestiegen. Die höchsten mittleren Absenkraten (-4 %/Jahr) waren in der Phase zwischen der freiwilligen Vereinbarung und der Revision des CO₂-Gesetzes bzw. der -Verordnung (2009-2011) zu verzeichnen. In diese Phase fallen die Auswirkungen der weltweiten Finanz- und Wirtschaftskrise mit einem rückläufigen Gesamtmarkt und Marktanteilsverlusten von Premiummarken. Diverse politische Vorstösse¹, die auf die Reduktion der CO₂-Emissionen der Personenwagen-Flotte abzielten, die Bekanntgabe der

¹ Die sog. „Stopp-Offroader-Initiative“ (die zu Gunsten des Gegenvorschlags im Rahmen des CO₂-Gesetzes zurückgezogen wurde), kantonale Vorstösse für die Ökologisierung der Motorfahrzeugsteuern, etc.



Emissionsvorschriften in der EU und die Angebotsanpassung der Hersteller sowie die Vorbereitungsarbeiten zur Revision des CO₂-Gesetzes in der Schweiz fanden ebenfalls zu dieser Zeit statt. In den Jahren 2013 und 2014 zeigt sich die zwischenzeitliche Abschwächung der CO₂-Reduktion aufgrund der Einführungsmodalitäten (vgl. Abbildung Z-2). Nach Auslaufen der Einführungs erleichterungen wurde im Jahr 2014/2015 mit -5 % die stärkste Absenkung beobachtet.

Absenkung ggü. Vorjahr

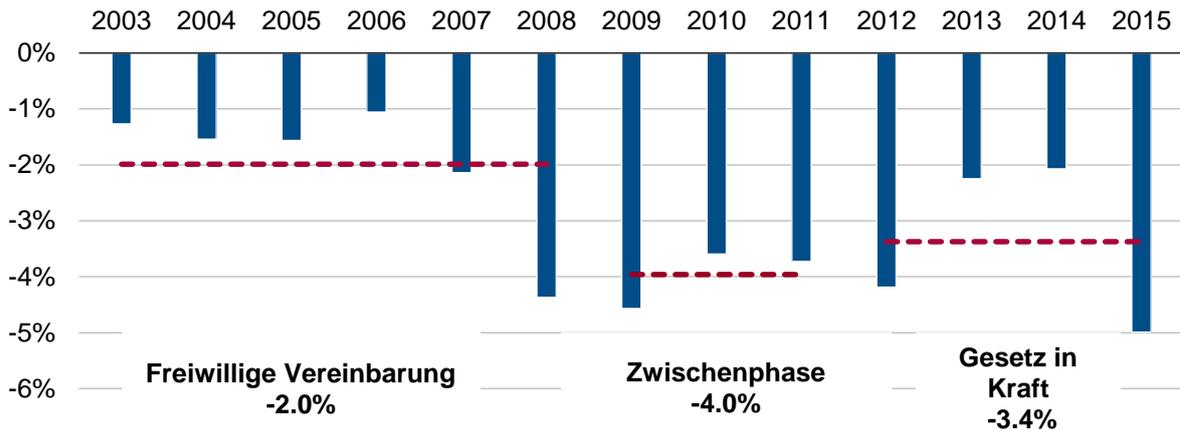


Abbildung Z-3: Zusammenfassung der jährlichen Absenkraten der CO₂-Emissionen (gemäss NEFZ) der neuen Personenwagen ; Quelle: BFE Vollzugsdaten, BFE (2016b).

Eine Evaluation der Gesetzgebung auf EU-Ebene (Gibson et al., 2015) hat den Einfluss der CO₂-Zielwerte und weiterer Einflussfaktoren mit Hilfe einer Regressionsanalyse der Fahrzeugdaten der EU-Mitgliedsstaaten untersucht. Die Studie kommt zum Schluss, dass ca. zwei Drittel der jährlichen Absenkungen auf die Einführung von CO₂-Vorschriften zurückgeführt werden können und ca. ein Drittel auf Mitnahmeeffekte aus der Phase der freiwilligen Vereinbarung und auf autonome Effizienzsteigerungen. Die Ergebnisse aus der EU-Evaluation sind zumindest qualitativ auf die Schweiz übertragbar. Die verbindlichen CO₂-Zielwerte bewirken gegenüber der freiwilligen Vereinbarung eine deutlich stärkere CO₂-Absenkung in der Neuwagenflotte. Ebenfalls ist eine verstärkte Absenkung bei den sanktionsrelevanten Fahrzeugen feststellbar (vgl. Abbildung Z-2).

Die erhobenen Sanktionen nahmen mit den erhöhten Anforderungen ab dem Jahr 2015 leicht zu. Während 2014 insgesamt 1.7 Mio. Franken anfielen, erhöhte sich dieser Betrag 2015 auf 12.6 Mio. Franken. Tabelle Z-1 zeigt die Sanktionszahlungen und schlüsselt sie nach den verschiedenen Importeurgruppen auf. Dabei wird ersichtlich, dass von 2012 bis 2014 vor allem die Kleinimporteure mit Einzelabrechnung den grössten Teil der Sanktionslast trugen, während 2015 die Grossimporteure insgesamt die höchsten Sanktionen begleichen mussten. Werden die Sanktionen pro Fahrzeug betrachtet, entfallen die höchsten Beträge auf Kleinimporteure, dies vor allem wegen der Einzelabrechnung von Fahrzeugen, die aber heute mittels sogenannter CO₂-Börsen vermieden werden kann.



	2012	2013	2014	2015
Sanktionen Total in Mio. CHF	3.5	5.1	1.7	12.6
Sanktionen Grossimporteure in Mio. CHF	0.4	2.5	0.2	10.8
Sanktionen Einzelabrechnungen in Mio. CHF	3.0	2.4	1.5	1.8
Sanktionen pro Fahrzeug in CHF				
pro Fahrzeug Grossimporteure in CHF	2.84	8.00	0.56	33.15
pro Fahrzeug Einzelabrechnungen in CHF	1'430.00	1'049.09	907.24	818.55
Vollzugsaufwand in Mio. CHF	0.9	1.8	1.3	1.5

Tabelle Z-1: Sanktionen nach Abrechnungstyp, Total und pro Fahrzeug, Vollzugsaufwand, Quelle: BFE Vollzugsdaten, eigene Berechnungen, BFE (2013, 2014, 2015a, 2016a).²

Die CO₂-Emissionsvorschriften in der Schweiz, aber auch in der EU und weltweit, beziehen sich nicht auf die gesamten ausgestossenen CO₂-Emissionen, welche vom Fahrverhalten und der Fahrleistung abhängig sind, sondern auf die anhand eines standardisierten Verfahrens gemessenen Normverbräuche der Neufahrzeuge (EU und Schweiz: Neuer Europäischer Fahrzyklus NEFZ). Die Fahrzeughersteller und Importeure haben einen Anreiz, ihre Fahrzeuge auf dieses Prüfverfahren hin zu optimieren. Diese Optimierungen führten in den letzten Jahren dazu, dass die beim Realbetrieb auf der Strasse erhobenen Verbräuche stärker als früher von den gemessenen Normverbräuchen abwichen, wie Abbildung Z- 4 zeigt. Sie sind auf die Strategien der Hersteller aufgrund der CO₂-Emissionsvorschriften im EU-Markt zurückzuführen. Die Schweiz hat als reines Importland in diesem Bereich nur begrenzte Möglichkeiten, diese Entwicklung zu beeinflussen.

Abweichungen in %

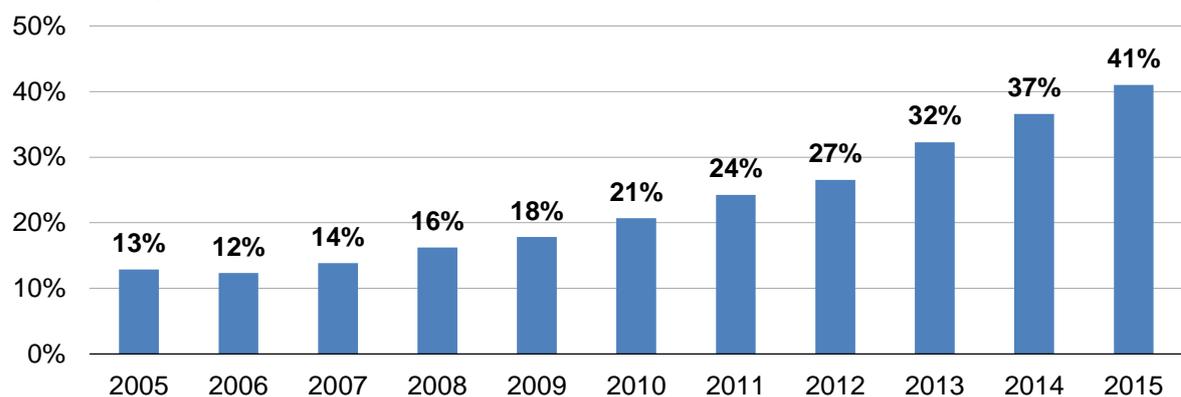


Abbildung Z- 4: Abweichung der geschätzten Emissionen im Realbetrieb im Vergleich zu den auf dem Prüfstand gemessenen Normemissionen (NEFZ) von 2005 bis 2015; Quelle: BFE (2016b), ICCT (2015), eigene Annahmen.

Die CO₂-Emissionsvorschriften konnten letztlich dazu beitragen, den gesamten CO₂-Austoss aus dem Verkehrssektor trotz deutlich gestiegenem Personenwagenbestand und damit einhergehenden höheren Gesamtfahrleistungen zu dämpfen. Die nachfolgende Abbildung Z- 5 zeigt die Entwicklung des Bestands an Personenwagen in der Schweiz, deren Gesamtfahrleistung sowie die Entwicklung der

² Aus abrechnungstechnischen Gründen (Berücksichtigung von provisorischen Grossimporteuren, Zahlungsausfälle aufgrund von Konkursen, etc.) können sich geringe Unterschiede zu den in den bereits publizierten Faktenblättern (z.B. BFE, 2015a) enthaltenen Beträgen ergeben.



gesamten CO₂-Emissionen von Personenwagen in der Schweiz gemäss NEFZ-Messung bzw. im Realbetrieb (ICCT 2015a) für den Zeitraum 2011 bis 2015.

Index 2011 = 100

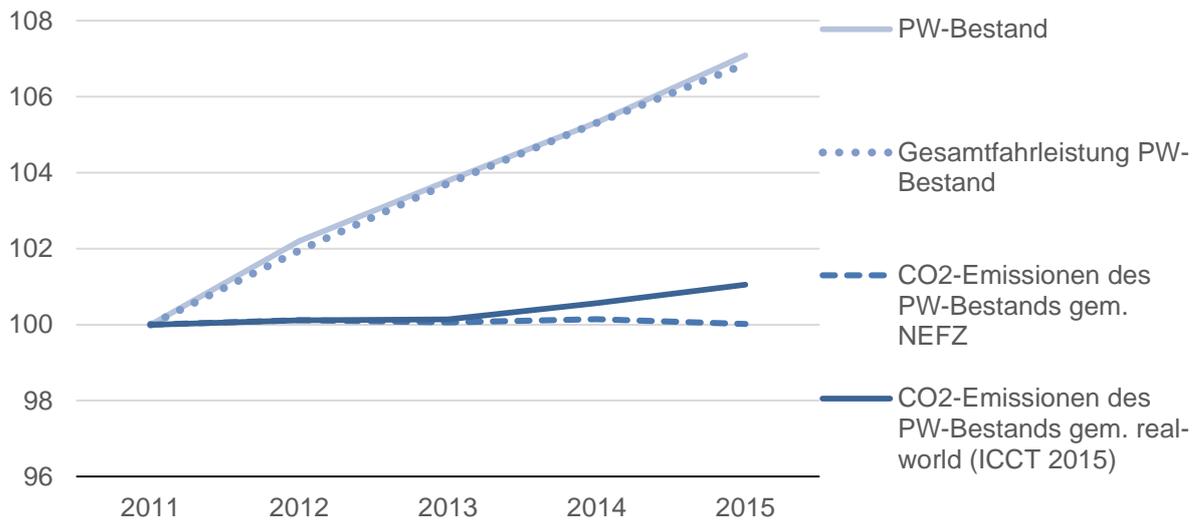


Abbildung Z- 5: Entwicklung von PW-Bestand und Fahrleistungen von Personenwagen sowie CO₂-Emissionen, 2011-2015; Quelle: BFS, eigene Berechnungen.

Abbildung Z- 5 zeigt, dass sowohl Bestand wie auch Fahrleistungen von Personenwagen in der Schweiz im Zeitraum von 2011 (vor Einführung der CO₂-Emissionsvorschriften) bis 2015 um je 7% angestiegen sind, währenddessen die CO₂-Emissionen der Personenwagen – quantifiziert nach NEFZ – ungefähr stabil blieben bzw. unter Berücksichtigung der real-world-Verbrauchszahlen nach ICCT (2015) um ca. 1% anstiegen. Im Rahmen dieses Berichts wird kein Vergleich mit einem Referenzszenario ohne CO₂-Zielwerte vorgenommen. Die Reaktionen auf die auslaufenden Einführungs erleichterungen, abgebildet in Abbildung Z-2, lassen aber vermuten, dass die CO₂-Werte der Neuwagenflotte ohne CO₂-Emissionsvorschriften höher gelegen wären.

Die gesamten CO₂-Emissionen im Verkehr sind bis anhin nicht im gewünschten Ausmass gesunken, dies nicht zuletzt aufgrund des Nachfragewachstums, der relativ langsamen Erneuerung der Fahrzeugflotte, aber auch wegen der zunehmenden Abweichung zwischen Norm- und Realverbrauch bei den Neuwagen. Gemäss dem nationalen Treibhausgasinventar, das sich auf den Treibstoffabsatz im Inland stützt, lagen im 2014 die Emissionen des Verkehrs noch rund 8% über dem Wert von 1990. Eine Erreichung des Zwischenziels für das Jahr 2015 für den Sektor Verkehr (Stabilisierung auf dem Niveau von 1990) scheint aus heutiger Sicht aufgrund des starken Rückgangs des Tanktourismus nach Aufhebung des EUR/CHF-Mindestkurses Anfang 2015 trotzdem möglich.³

Der vorliegende Bericht untersucht ferner die Auswirkungen der CO₂-Emissionsvorschriften auf den Schweizer Automarkt. Die CO₂-Emissionsvorschriften haben den Markt in den Jahren 2012-2015 mitgeprägt. Bedenken, dass das Branchenwachstum oder die Wettbewerbsintensität zwischen und innerhalb der Marken gehemmt wird, haben sich nicht bewahrheitet. Insgesamt sind die Neuwagenverkäufe

³ Das Treibhausgasinventar wird jährlich aktualisiert. Die Resultate des Jahres 2015 sowie Informationen zur Erreichung des Zwischenziels werden Mitte April 2017 publiziert.



im Zeitraum 2012-2015 gestiegen und haben wieder Stückzahlen wie vor der Finanz- und Wirtschaftskrise erreicht. Gewisse vollzugsbedingte Marktverzerrungen gerade bei Import von Einzelfahrzeugen sind zu verzeichnen, die Marktanteile von Parallel- und Direktimporteuren haben sich aber trotz der Einführung der CO₂-Emissionsvorschriften über dem langjährigen Schnitt vor der Einführung stabilisiert.

Für eine weitere Reduktion der CO₂-Emissionen des Verkehrssektors sollen die CO₂-Emissionsvorschriften im Rahmen der Energiestrategie 2050 dem technischen Fortschritt angepasst und zusätzlich ein Zielwert für leichte Nutzfahrzeuge eingeführt werden. Der neue Zielwert für Personenwagen von 95 g CO₂/km ab 2020 orientiert sich dabei weiterhin an den Massnahmen der EU. Im Schweizer Kontext werden aufgrund der bisherigen Vollzugsergebnisse verschiedene Optimierungen empfohlen:

- Für die Erhebung des CO₂-Ausstosses sind präziser definierte Messverfahren und ein realitätsnäherer Zyklus zu verwenden. Damit sollen die Voraussetzungen dafür geschaffen werden, dass sich weitere Normverbrauchsabsenkungen längerfristig auch im realen Fahrzeugbetrieb realisieren können. In der EU soll im 3. Quartal 2017 der neue Zyklus WLTP eingeführt werden, ebenso Messungen im realen Strassenverkehr, letzteres vorerst für die Schadstoffmessungen. Die Schweiz sollte diese Änderungen verfolgen und zeitnah umsetzen.
- Um eine systematische Abweichung zwischen den Zielvorgaben der einzelnen Importeure und dem durchschnittlich geforderten Zielwert zu vermeiden, soll künftig das Referenzleergewicht M_{t-2} mit den im Vollzug geltenden Werten berechnet werden.
- Die Vollzugsresultate der CO₂-Emissionsvorschriften der einzelnen Grossimporteure und Emissionsgemeinschaften sollten offengelegt werden, wie dies in der EU bereits heute der Fall ist. Damit kann die Transparenz gegenüber der Öffentlichkeit erhöht und die Sensibilisierung der Käufer verstärkt werden.



1. Ausgangslage und Zielsetzung

1.1 Einführung

Der Verkehr ist in der Schweiz für 33 Prozent der klimaschädlichen Kohlendioxidemissionen (CO₂-Emissionen) verantwortlich, davon entfallen rund zwei Drittel auf den motorisierten Individualverkehr (Stand 2014⁴). Um die CO₂-Emissionen in der Schweiz zu reduzieren, wurden im CO₂-Gesetz⁵ Reduktionsziele und entsprechende Massnahmen festgelegt. Als zentrale Massnahme im Mobilitätsbereich gelten seit 2012, analog zur Europäischen Union (EU), CO₂-Emissionsvorschriften für neue Personenwagen. Dabei sind die Schweizer Importeure verpflichtet, die CO₂-Emissionen der erstmals in der Schweiz zum Verkehr zugelassenen Personenwagen bis 2015 im Durchschnitt auf 130 Gramm pro Kilometer zu senken. Seit dem 1. Juli 2012 wird für den Importeur eine Sanktion fällig, wenn seine durchschnittlichen CO₂-Emissionen pro Kilometer den Zielwert überschreiten. Der vorliegende Bericht untersucht die Zielerreichung und Wirkung dieser Emissionsvorschriften.

1.2 Auftrag und Ziel des Berichts

Das Bundesamt für Energie BFE informiert die Schweizer Bevölkerung jährlich über die Zielerreichung, die erhobenen Sanktionen und den Verwaltungsaufwand der CO₂-Emissionsvorschriften.⁶ Zudem ist das Eidgenössische Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK gemäss Art. 10 Abs. 2 des CO₂-Gesetzes und Art. 37 der CO₂-Verordnung⁷ dazu verpflichtet, erstmals 2016 und anschliessend alle drei Jahre den zuständigen Kommissionen des National- und des Ständerats über die erreichten Zielvorgaben und die Wirksamkeit der Sanktion Bericht zu erstatten.

Der vorliegende Bericht zuhanden der Kommissionen für Umwelt, Raumplanung und Energie (UREK) des National- und des Ständerats analysiert die Auswirkungen der Massnahme "CO₂-Emissionsvorschriften für neue Personenwagen" auf die Entwicklung der CO₂-Emissionen der Personenwagen in der Schweiz. Insbesondere wird untersucht, ob der im CO₂-Gesetz festgelegte Zielwert von 130 g CO₂/km und die individuellen Flottenzielvorgaben erreicht wurden, wie sich die Sanktionen entwickelt haben, und wie sich hierbei die Umsetzungsbestimmungen ausgewirkt haben.

Der Bericht fokussiert auf Neuwagen, also erstmals in der Schweiz zugelassene Personenwagen, da nur diese Fahrzeuge von den Vorschriften betroffen sind. Für die Untersuchungen wird ein Zeitraum vor und während den verpflichtenden CO₂-Emissionsvorschriften abgebildet. Es handelt sich dabei um eine reine ex-post Analyse ohne Ausblick auf die zukünftigen Vorschriften und Entwicklungen der Fahrzeugflotte. Im Fazit werden aufgrund der gewonnenen Erkenntnisse Empfehlungen für mögliche Optimierungen aufgezeigt.

Die Auswertungen beschränken sich auf deskriptive Statistiken und Sensitivitätsanalysen. Aufgrund der flächendeckenden Einführung der Massnahme in Europa steht keine Kontrollgruppe ohne Emissionsvorschriften zur Verfügung. Die Bildung eines Referenzszenarios ist deshalb komplex und würde auf vielen unsicheren Annahmen beruhen, weshalb darauf verzichtet wird. Für weiterführende

⁴ ohne internationalen Luftverkehr

⁵ CO₂-Gesetz, SR 641.71

⁶ Siehe zum Beispiel BFE (2016a)

⁷ SR 641.711



Auswertungen, welche den Effekt der CO₂-Emissionsvorschriften in der EU oder die Schweizer Massnahme in Abgrenzung zur EU-Politik ökonomisch untersuchen, wird verwiesen auf eine Evaluation der Europäischen Union (Gibson et al., 2015) und eine Studie des Center for Energy Policy and Economics CEPE der ETH Zürich (Alberini et al., 2016), welche im Auftrag des Bundesamts für Umwelt BAFU durchgeführt wurde.

1.3 Aufbau des Berichts

Der Bericht ist wie folgt aufgebaut:

- **Kapitel 2:** Im 2. Kapitel werden die in der Schweiz relevanten klimapolitischen Rahmenbedingungen dargelegt und die Entstehung der CO₂-Emissionsvorschriften für Personenwagen aufgezeigt. Die Massnahme wird erklärt und die Vollzugsmodalitäten genau beschrieben.
- **Kapitel 3:** Das 3. Kapitel beschreibt die Datenerhebung und die für diesen Bericht verwendeten Vollzugsdaten. Es wird aufgezeigt, wie sich der Neuwagenmarkt in der Schweiz entwickelt hat. Dabei liegt der Fokus vor allem auf den für die CO₂-Emissionsvorschriften massgebenden Fahrzeugcharakteristiken wie Leergewicht und CO₂-Ausstoss.
- **Kapitel 4:** Im 4. Kapitel wird die Zielerreichung auf Importeurebene und die daraus folgenden Sanktionen untersucht. Der Einfluss der Vollzugsmodalitäten auf die Zielerreichung wird aufgezeigt.
- **Kapitel 5:** Das 5. Kapitel zeigt die Auswirkungen der Massnahme auf und diskutiert die Entwicklung der gesamten CO₂-Emissionen des Personenwagen-Verkehrs.
- **Kapitel 6:** Das 6. Kapitel enthält ein Fazit zum Erfolg der CO₂-Emissionsvorschriften sowie Optimierungsmöglichkeiten für die zukünftige Massnahmengestaltung.

2. Die CO₂-Emissionsvorschriften in der Schweiz

2.1 Ausgangslage und Entstehung der Schweizer CO₂-Emissionsvorschriften

Im vorherigen CO₂ Gesetz, welches bis Ende 2012 Gültigkeit hatte, legte das Schweizer Parlament das Ziel fest, die inländischen CO₂-Emissionen bis 2010 um 10 % gegenüber 1990 zu vermindern, wobei für die Emissionen aus fossilen Treibstoffen (ohne Flugtreibstoffe für internationale Flüge) ein Reduktionsziel von acht Prozent festgelegt wurde (welches deutlich verfehlt wurde; die Emissionen aus Treibstoffen lagen im Schnitt der Jahr 2008-2012 13% über dem Wert von 1990). Das aktuelle CO₂-Gesetz, welches seit Anfang 2013 in Kraft ist, schreibt eine Verminderung der Treibhausgasemissionen im Inland bis zum Jahr 2020 gegenüber 1990 um gesamthaft 20 Prozent vor. Dies entspricht einer Reduktion um gut 10.7 Mio. Tonnen CO₂eq. Die Emissionsvorschriften sollen dazu rund 1.5 Mio. Tonnen CO₂eq beitragen.⁸ Für den Sektor Verkehr wurde in der CO₂-Verordnung als Zwischenziel für das Jahr 2015 eine Stabilisierung der Emissionen auf dem Wert von 1990 festgelegt. Bis 2020 sollen die Emissionen des Sektors Verkehr gegenüber 1990 um 10 Prozent sinken.

⁸ Siehe Botschaft über die Klimapolitik nach 2012 09.067



Wie einleitend erwähnt, werden in der Schweiz rund ein Drittel der CO₂-Emissionen durch den Verkehr verursacht. Zur Senkung dieser Emissionen wurden verschiedene Massnahmen eingeführt. In der Zeit vor 2013 setzte man vor allem auf freiwillige Massnahmen. So wurden Treibstoffe, anders als die Brennstoffe, nicht mit einer lenkenden CO₂-Abgabe belastet. Die Treibstoffimporteure verpflichteten sich stattdessen, einen sogenannten Klimarappen zu erheben. Dabei handelte es sich um einen Treibstoffaufschlag von maximal 1.5 Rappen pro Liter, mit dessen Einnahmen CO₂-Kompensationsprojekte im In- und Ausland umgesetzt werden mussten. Zudem schlossen die Vereinigung der Schweizer Automobil-Importeure auto-schweiz und das UVEK eine freiwillige Zielvereinbarung ab, den durchschnittlichen⁹ Treibstoffverbrauch neuer Personenwagen zwischen 2000 und 2008 von 8.4 auf 6.4 Liter pro 100 Kilometer zu senken. In der Laufzeit der Vereinbarung ist der durchschnittliche Treibstoffverbrauch der Neuwagen in der Schweiz zwar kontinuierlich gesunken, jedoch deutlich zu langsam. 2008 lag er bei 7.14 l/100 km statt bei 6.4 l/100 km, womit das vereinbarte Ziel um 0.74 l/100 km verfehlt wurde (BFE, 2009).

Analog galt zwischen 1998 bis 2008 auch in der EU eine freiwillige Zielvereinbarung mit dem Verband europäischer Automobilhersteller (ACEA), mit dem Ziel, die durchschnittlichen CO₂-Emissionen auf 140 Gramm pro Kilometer zu reduzieren. Die Europäische Kommission erhoffte sich, dass auch nationale Anreizsysteme in den Mitgliederstaaten eingeführt werden, welche zur Zielerreichung beitragen würden. Da die gewünschte Reduktion nicht eintrat, beschloss die EU im 2007, verpflichtende Emissionsvorschriften einzuführen, und setzte 2009 eine entsprechende Regulierung in Kraft.¹⁰ Die europäische Regelung sowie weitere ähnliche Massnahmen in anderen Ländern werden in Anhang A zusammengefasst.

Aufgrund der Verfehlung des vereinbarten Ziels in der Schweiz verlangte eine Motion der UREK des Nationalrates vom Bundesrat, die gesetzlichen Grundlagen zu schaffen, damit die durchschnittlichen Emissionen von in der Schweiz neuimmatrikulierten Personenwagen sich ab 2012 an den Vorschriften der EU orientieren.¹¹ Beide Räte haben die Motion angenommen, woraufhin unter Federführung des Bundesamtes für Energie BFE eine Teilrevision des CO₂-Gesetzes ausgearbeitet und als indirekter Gegenvorschlag der Initiative für menschenfreundliche Fahrzeuge (Stopp-Offroader-Initiative) gegenübergestellt wurde. Nach dem Rückzug der Initiative und dem Verstreichen der Referendumsfrist wurde die neue Gesetzesbestimmung zusammen mit der Ausführungsverordnung am 1. Mai 2012 in Kraft gesetzt, so dass der Vollzug ab 1. Juli 2012 starten konnte.

2.2 Ausgestaltung Schweizer CO₂-Emissionsvorschriften

2.2.1 Internationaler Rechtsrahmen

Die CO₂-Emissionsvorschriften sind eine der Massnahmen der Schweiz, um den klimapolitischen Verpflichtungen im Rahmen des Kyoto-Protokolls nachzukommen. Bei der Massnahmenausgestaltung ist für die technischen Grundlagen das Abkommen über die gegenseitige Anerkennung von Konformitätsbewertungen¹² (MRA) als Bestandteil Bilateralen Verträge mit der EU relevant. Auch die Schweizer Verpflichtungen betreffend Freihandel sind anwendbar, weswegen die Schweizerische Regelung vor

⁹ Zur Begriffsverwendung in diesem Bericht: Wenn von mittleren oder durchschnittlichen Werten die Rede ist, sind damit, wenn nicht anders erwähnt, immer mengengewichtete Mittelwerte gemeint, d.h. es wird der Mittelwert über alle neuzugelassenen Fahrzeuge einer Flotte berechnet.

¹⁰ Verordnung (EG) Nr. 443/2009: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/HTML/?uri=CELEX:02009R0443-20140408&from=EN>

¹¹ Mo. Nationalrat (UREK-NR) 07.3004: https://www.parlament.ch/centers/kb/Documents/2007/Kommissionsbericht_UREK-S_07.3004_2007-08-30.pdf

¹² SR 0.946.526.81



Vollzugsbeginn bei der EFTA und der WTO notifiziert wurde. Als autonom nachvollzogene Regelung lehnen sich die CO₂-Emissionsvorschriften für Neuwagen stark an die entsprechende Verordnung der EU an (s. Fussnote 10 und Anhang A), wie es die Motion 07.3004 verlangt. Damit sollen möglichst identische Rahmenbedingungen für Import und Handel gewährleistet werden. Aufgrund einiger Unterschiede des Schweizer Personenwagenmarkts im Vergleich zur EU wurden jedoch verschiedene Anpassungen vorgenommen. Abweichende Bestimmungen werden nachfolgend jeweils erwähnt.

2.2.2 Grundsätze

In der ersten Phase der CO₂-Emissionsvorschriften ab 2012 wurde das Ziel angestrebt, bis 2015 die durchschnittlichen CO₂-Normemissionen der neuimmatrikulierten Fahrzeuge in der Schweiz sowie in der EU auf 130 g/km zu reduzieren. Die Importeure in der Schweiz, beziehungsweise die Hersteller in der EU, erhalten eine individuelle CO₂-Zielvorgabe, welche ausgehend vom mittleren Zielwert von 130 g/km jeweils vom Durchschnittsgewicht ihrer Flotte abhängt (siehe Kapitel 2.2.5). Diese Zielvorgabe wird mit den durchschnittlichen CO₂-Emissionen der Fahrzeuge verglichen, die ebenfalls nach festgelegten Kriterien für jeden Importeur berechnet werden. Überschreiten die CO₂-Emissionen die Zielvorgabe, müssen die Importeure bzw. Hersteller entsprechend ihrer Flottengrösse pro Gramm Zielüberschreitung eine Sanktion bezahlen. In der Schweiz wird auf die Importeure abgestützt, da hier keine Fahrzeuge in grösserem Massstab produziert werden. Unter die CO₂-Emissionsvorschriften fallen Personenwagen, die in der Schweiz erstmals zugelassen werden. Zur Verhinderung einer Umgehung der Vorschriften im importbasierten Schweizer Markt fallen auch Personenwagen, die bereits im Ausland zugelassen worden sind, bei denen aber die Erstimmatrikulation nicht länger als sechs Monate vor der Verzollung in der Schweiz zurückliegt, unter den Geltungsbereich; in der EU, wo die Hersteller in der Pflicht sind, beträgt diese Frist drei Monate.

Der Vollzug der Massnahme wird in der Schweiz vom Bundesamt für Energie BFE gemeinsam mit dem Bundesamt für Strassen ASTRA sichergestellt. Das BFE ist dabei gesamtverantwortlich für die Umsetzung der Massnahme, für die Berichterstattung und deren Weiterentwicklung sowie für den operativen Vollzug bei Grossimporteuren. Das ASTRA liefert alle erforderlichen Zulassungs- und Fahrzeugdaten, erfasst diese, wo sie nicht elektronisch verfügbar sind, und deckt den Vollzug bei Kleinimporteuren ab.

Die genaue Berechnung der individuellen Zielvorgabe und der durchschnittlichen CO₂-Emissionen sowie die weiteren für die Beurteilung der Zielerreichung und die Berechnung von Sanktionsbeträgen relevanten Modalitäten werden in den folgenden Unterkapiteln detailliert ausgeführt.

2.2.3 Bemessungsgrundlagen

Nach Art. 24 und 25 der CO₂-Verordnung sind grundsätzlich die CO₂-Angaben (Normemissionen gemäss dem neuen europäischen Fahrzyklus NEFZ)¹³ und die Leergewichtswerte¹⁴ aus der Typengenehmigung massgebend.¹⁵ Alternativ können die Importeure die Werte aus der Übereinstimmungsbescheinigung (Certificate of Conformity, COC) angeben. Für Fahrzeuge ohne Typengenehmigung wird

¹³ CO₂-Emissionen nach Art. 97 Abs. 5 der Verordnung über die technischen Anforderungen an Strassenfahrzeuge (VTS): „Die Ermittlung des Treibstoffverbrauches und der CO₂-Emissionen richtet sich dabei nach den Bestimmungen der Richtlinie 80/1268/EWG des Rates vom 16. Dezember 1980 über die Kohlendioxidemissionen und den Kraftstoffverbrauch von Kraftfahrzeugen.“

¹⁴ „Leergewicht“ gemäss Art. 7 der VTS: „Leergewicht, ist [...] das Gewicht des fahrbereiten, unbeladenen Fahrzeugs mit Kühl- und Schmiermittel, Treibstoff ... und der eventuell vorhandenen Zusatzausrüstung wie Ersatzrad, Anhängerkupplung, Werkzeug, Radkeil, Feuerlöscher sowie dem Führer oder der Führerin, dessen oder deren Gewicht mit 75 kg angenommen wird.“

¹⁵ Mehr Informationen zur Typengenehmigungspolitik der Importeure befinden sich in Anhang C.



das Leergewicht ebenfalls aus dem COC übernommen. Bei Fahrzeugen ohne europäische Gesamtgenehmigung gelten die weiteren Datenquellen nach Art. 25 der CO₂-Verordnung.

2.2.4 Gross- und Kleinimporteure

Bei den neuzugelassenen Personenwagen wird zur Vereinfachung des Vollzugs und in Abweichung von der EU-Regelung unterschieden, ob sie von sogenannten Gross- oder Kleinimporteuren zugelassen wurden. Bei Grossimporteuren werden alle während eines Jahres neu zugelassenen Personenwagen zur Zielwertberechnung berücksichtigt. Bei Kleinimporteuren wird die Zielvorgabe für jedes Fahrzeug einzeln mit der massgebenden CO₂-Emission verglichen, eine allfällige Sanktion ist vor der Erstzulassung zu entrichten. Somit fallen bei Kleinimporteuren bei Fahrzeugen mit einer Zielwertüberschreitung Sanktionen an, während diese bei der Flottenabrechnung durch Grossimporteure mit emissionsärmeren Personenwagen (PW) kompensiert werden können. Grund für diese unterschiedlichen Abrechnungsmodi ist, dass für das Gros der Fahrzeuge ein flexibler Mechanismus analog zur EU-Massnahme zur Verfügung stehen soll, der erlaubt, die Zielvorgabe im Durchschnitt zu erreichen, ohne die Wahlmöglichkeit der Käufer über Gebühr einzuschränken. Andererseits musste im importbasierten Schweizer Automarkt auch für Privat- und Kleinimporteure ein Mechanismus geschaffen werden, der erlaubt, ohne die Bürokratie einer Flottenabrechnung ein Fahrzeug auf die Zielwerteinhaltung zu prüfen und in Verkehr zu setzen. Aus administrativen Gründen wurde eine Untergrenze für die Flottenabrechnung von jährlich 50 neuzugelassenen Fahrzeugen festgelegt; unterhalb dieser Grenze muss jedes Fahrzeug einzeln und vor der Inverkehrsetzung abgerechnet werden. Es wäre in der Praxis unmöglich, mit vertretbarem Aufwand für alle kleineren Importeure Konten und Listen zu führen und das nachträgliche Inkasso sicherzustellen. Umgekehrt würde eine Befreiung dieser Fahrzeuge von den Emissionsvorschriften eine unerwünschte Erleichterung schaffen. Für Klein- und Privatimporteure stehen jedoch mit der Gründung von Emissionsgemeinschaften und mit der Abtretung von Fahrzeugen Möglichkeiten zur Verfügung, ihre Fahrzeuge in einer grösseren Flotte abrechnen zu lassen.

2.2.5 Berechnung der Zielvorgaben

Methode Zielvorgaben

Die von neu zugelassenen PW jedes Importeurs durchschnittlich nicht zu überschreitende Zielvorgabe ist vom Leergewicht des Fahrzeugs bzw. der Flotte abhängig. Ein Fahrzeug, dessen Leergewicht dem durchschnittlichen Leergewicht aller im vorletzten Referenzjahr zugelassenen Fahrzeuge entspricht, erhält die Zielvorgabe von 130 g CO₂/km. Schwerere Fahrzeuge dürfen mehr CO₂/km ausstossen, leichtere entsprechend weniger. Das Leergewicht stellt eine Annäherung an den Nutzwert des jeweiligen Fahrzeugs dar. Die Berücksichtigung des Leergewichts bei der Berechnung der Zielvorgabe stellt sicher, dass dem unterschiedlichen "Nutzwert" der Fahrzeuge Rechnung getragen und die Last der Zielerreichung auf die verschiedenartigen Flotten der einzelnen Importeure aufgeteilt wird.

Die Berechnung der Zielvorgabe ist in Anhang 5 der CO₂-Verordnung festgelegt. Die folgende lineare Beziehung zwischen Zielvorgabe und Leergewicht („Zielwertgerade“) ist dabei massgebend:

$$\text{Zielvorgabe (in g CO}_2\text{/km)} = 130 + a \cdot (m - M_{t-2})$$

mit: a: 0.0457 (Steigung der Zielwertgerade)

m: Leergewicht des Personenwagens in fahrbereitem Zustand in kg (siehe Fussnote 14); für Grossimporteure ist das durchschnittliche Leergewicht der im Referenzjahr erst-



mals in Verkehr gesetzten Personenwagen massgebend (in der Verordnung als $M_{i,t}$ bezeichnet).

M_{t-2} : Durchschnittliches Leergewicht in kg der in der Schweiz im vorletzten Kalenderjahr vor dem Referenzjahr erstmals in Verkehr gesetzten Personenwagen. Dient als Kalibrierungsparameter für die Leergewichtskomponente bei der Berechnung von Zielvorgaben. In den Jahren 2012-15 wurde das M_{t-2} anhand von in MOFIS ausgewiesenen Gewichtseinträgen gemäss Prüfungsbericht (Formular 13.20 A) berechnet.

Im Unterschied zu Kleinimporteuren, die eine Zielvorgabe für jedes importierte Fahrzeug einzeln ermitteln, können Grossimporteure und Emissionsgemeinschaften (EG) das mittlere Leergewicht sämtlicher von ihnen zugelassenen Fahrzeuge in die Zielvorgabenberechnung einfließen lassen und erhalten so Zielvorgaben, welche die Flottenstruktur (Leergewichtsverteilung) des Importeurs repräsentieren.

2.2.6 Emissionsgemeinschaften (Pooling) und Spezialziele für Klein-/Nischenhersteller

Emissionsgemeinschaften: Importeure und Hersteller haben die Möglichkeit, sich zu Emissionsgemeinschaften (EG) zusammen zu schliessen und ihre Fahrzeugflotte zu bündeln (Pooling). Sie erhalten dadurch eine gemeinsame Zielvorgabe und die durchschnittlichen CO₂-Emissionen werden anhand aller Fahrzeuge der EG berechnet. Solche Zusammenschlüsse zu EG können auch rein technischer Natur sein, z.B. innerhalb eines Konzerns oder Gruppe – womit auch Importeure derselben Marke unter dem Dach einer EG zusammengefasst sein können. Die Mitglieder von Emissionsgemeinschaften haften solidarisch für allfällige Sanktionen.

Die Zusammenfassung von Fahrzeugen zwecks durchschnittlicher Abrechnung wird im Folgenden auch als „Pool“ bezeichnet.

Klein- und Nischenhersteller: Kleinhersteller, die in der EU weniger als 10'000 Fahrzeuge pro Jahr neu zulassen, und Nischenhersteller, die in der EU zwischen 10'000 - 300'000 Fahrzeuge pro Jahr neu zulassen, können in der EU ein Spezialziel beantragen (siehe Liste der betreffenden Marken und Zielvorgaben in Anhang F). Bei Kleinherstellern wird der Spezialzielwert anhand der Eigenschaften des Herstellers bei der europäischen Kommission beantragt, bei Nischenherstellern entspricht er dem um 25% verminderten CO₂-Durchschnitt der Zulassungen im Jahr 2007.

Für Fahrzeuge dieser Marken können die Importeure auch in der Schweiz Spezialziele anrechnen lassen. Grossimporteure und Importeure einer EG müssen diese Fahrzeuge in einer eigenen Flotte abrechnen, diese werden im Folgenden als "Nische" bezeichnet.

2.2.7 Phasing-in, Supercredits und Emissionsreduktion für Erdgasfahrzeuge

Für die Beurteilung der Zielerreichung von Grossimporteuren und EGs wird ein CO₂-Durchschnitt verwendet, der nach den untenstehenden Modalitäten berechnet wird. Dieser Wert weicht vom verkaufsgewichteten (oder ungewichteten) Mittelwert ab und wird im Folgenden als "gewichtete" durchschnittliche CO₂-Emission bezeichnet.

Phasing-in: Grossimporteure und EG müssen für die Berechnung der mittleren CO₂-Emissionen ihrer Fahrzeugflotte während einer Einführungsphase nur die CO₂-ärmsten Neufahrzeuge einbeziehen, die Kleinimporteure nur den entsprechenden Anteil der Sanktion begleichen. Der Anteil wurde ab 2012



von 65 % stufenweise angehoben, ab 2015 müssen die Importeure alle Fahrzeuge in die Berechnungen einbeziehen. Die Stufung der Phasing-in-Anteile entsprach zwischen 2012 und 2015 jener der EU-Regulierung für PW (siehe Fussnote 10).

Supercredits: Neufahrzeuge mit einer CO₂-Emission unter 50 g CO₂/km werden bei der Berechnung der Mittelwerte von 2012 bis 2015 mehrfach gewichtet. Die Gewichtungsfaktoren wurden vom Faktor 3.5 im 2012 sukzessive auf 1.5 abgesenkt (in Abstimmung mit der EU, siehe Fussnote 10). Ab 2016 fallen die Supercredits weg (Gewichtung = 1.0).

Emissionsreduktion für Erdgasfahrzeuge: Bei PW, die mit dem Treibstoffgemisch Erdgas/Biogas betrieben werden, werden die massgebenden spezifischen CO₂-Emissionen um 10 % reduziert, um dem CO₂-neutralen, biogenen Gasanteil Rechnung zu tragen. Diese Regelung wurde analog zur EU-Bestimmung eingeführt, welche bis Ende 2015 eine Reduktion von 5% für mit dem Treibstoffgemisch E85 betriebene Fahrzeuge festlegte.

Tabelle 1 fasst die oben aufgeführten Vollzugsmodalitäten zusammen:

Vollzugsmodalitäten	2012	2013	2014	2015
Phasing-in (Anteil sanktionsrelevanter Fahrzeuge)	65 %	75 %	80 %	100 %
Supercredits (Gewichtung für Fahrzeuge mit < 50 g CO ₂ /km)	3.5	3.5	2.5	1.5
Emissionsreduktion für Erdgasfahrzeuge (Biogas-Anteil)	10 %	10 %	10 %	10 %

Tabelle 1: Übersicht über die Parameter zur Berechnung der gewichteten durchschnittlichen CO₂-Emissionen 2012-2015 gemäss CO₂-Verordnung.

2.2.8 Reduktion für Ökoinnovationen

Nachgewiesene CO₂-Reduktionen, die sich nicht im CO₂-Wert aus dem Typenprüfzyklus niederschlagen und durch innovative Technologien ausgelöst werden (z.B. energieeffiziente Beleuchtungssysteme), können von den betreffenden Fahrzeugherstellern als Ökoinnovation angerechnet werden.¹⁶ Die entsprechende Reduktion der spezifischen CO₂-Emissionen darf maximal 7 g CO₂/km betragen.

2.2.9 Abtretungen

Jeder Importeur von Personenwagen, unabhängig ob Gross- oder Kleinimporteur, hat die Möglichkeit, ein von ihm eingeführtes Fahrzeug für die CO₂-Sanktionsberechnung einem anderen Importeur abzutreten. Dieses Element weicht von den Bestimmungen der EU ab und stellt eine weitere für alle Importeure zugängliche, Flexibilisierung dar. Eine Abtretung muss dem Bundesamt für Strassen (ASTRA) vor der ersten Immatrikulation des Fahrzeugs in der Schweiz gemeldet werden. Dies eröffnet insbesondere Klein- und Privatimporteuren die Möglichkeit, Einzelfahrzeuge in der Flotte eines Grossimporteurs abzurechnen und so von der Mittelwertberechnung zu profitieren. Die Sanktion für ein stark emittierendes Fahrzeug kann durch die Abtretung an einen Grossimporteur reduziert werden, für

¹⁶ Die Zulassungsbedingungen sind in der EU-Commission-Regulation Nr. 725/2011 festgelegt.



effiziente Fahrzeuge werden auch Boni ausgerichtet. Sogenannte CO₂-Börsen bieten die Fahrzeugübernahme als Dienstleistung an. Die Entschädigung, welche dem übernehmenden Importeur dabei entrichtet wird, ist Privatsache und nicht durch den Bund geregelt.

2.2.10 Sanktionsverfahren bei Zielwertverfehlung

Überschreiten die durchschnittlichen CO₂-Emissionen der Neufahrzeugflotte eines Grossimporteurs oder EG die individuelle Zielvorgabe, so muss er pro Gramm Zielüberschreitung¹⁷ für alle im jeweiligen Kalenderjahr neu zugelassenen Fahrzeuge eine Sanktion entrichten. Bei Kleinimporteuren wird der Zielabgleich für jedes einzelne Fahrzeug gemacht. Die Sanktionstarife sind pro Gramm Zielüberschreitung wie folgt festgelegt:

- 7.50 CHF für das erste Gramm,
- 22.50 CHF für das zweite Gramm,
- 37.50 CHF für das dritte Gramm,
- 142.50 CHF für jedes weitere Gramm CO₂/km über der Zielvorgabe.

Ab 2019 gilt ab dem ersten Gramm über der Zielvorgabe der volle Betrag von 142.50. Im Rahmen des ersten Massnahmenpakets der Energiestrategie 2050 ist vorgesehen, die Sanktionshöhe jährlich auf Basis des EU-Betrags von 95 Euro und des jeweils aktuellen Wechselkurses festzulegen.

3. Entwicklung der Neuwagenflotte

3.1 Datengrundlage

Als Datengrundlage für die folgenden Auswertungen dienen die Zulassungsdaten der in der Schweiz neu zugelassenen Personenwagen. Die Daten werden bei der Zulassung von den kantonalen Strassenverkehrsämtern erhoben und im automatisierten Fahrzeug- und Fahrzeughalterregister (MOFIS) des ASTRA gesammelt. Für die Auswertung der CO₂-Emissionsvorschriften und wo nicht anders erwähnt werden die BFE-Vollzugsdaten verwendet, die auf speziell selektierten und ergänzten Auszügen aus dem MOFIS-Register beruhen. Diese umfassen für 2012 die Monate Juli-Dezember, für die restlichen Jahre jeweils das gesamte Jahr. Aufgrund unterschiedlicher Abgrenzungen können sich die Kennwerte der Auswertungen (Leergewichte, etc.) von den an anderer Stelle publizierten Werten – beispielsweise in der Berichterstattung im Rahmen der Energieverordnung (z.B. BFE, 2016b) oder den Zahlen zu den neuen Inverkehrsetzungen von Strassenfahrzeugen des Bundesamts für Statistik BFS – unterscheiden. Die Abweichungen sind aber in der Regel vernachlässigbar.

Für die Detailanalysen einzelner Merkmale (z.B. Treibstoffarten) können jeweils nur diejenigen Fahrzeuge ausgewertet werden, die über die entsprechenden Angaben verfügen. Die Grundgesamtheit verringert sich in diesen Fällen entsprechend. Auch hier ist die Anzahl der aufgrund fehlender Angaben nicht berücksichtigten Datensätze vernachlässigbar und hat keinen Einfluss auf die Gesamtergebnisse.

¹⁷ Für die Zielvorgabe und die CO₂-Emissionen werden ungerundete Zahlen verwendet. Die Zielüberschreitung wird auf eine ganze Zahl abgerundet.



Für Darstellungen und Analysen längerer Zeitreihen vor 2012 werden weitere Daten beigezogen. Die Quellen sind jeweils explizit angegeben. Die ausgewiesenen Mittelwerte der Kennwerte (Leergewichte, CO₂-Emissionen, Hubraum, etc.) für die Flotte bzw. Teilflotten werden gewichtet mit der Anzahl in Verkehr gesetzter Fahrzeuge des jeweiligen Jahres.

Aus Datenschutzgründen werden die einzelnen Importeure und Emissionsgemeinschaften nicht namentlich aufgeführt. Die Importeur-spezifischen Auswertungen werden deshalb im Bericht anonymisiert und/oder aggregiert dargestellt.

Aufgrund der Vorgaben aus den CO₂-Emissionsvorschriften werden die Auswertungen mit den Normverbräuchen und –emissionen durchgeführt, d.h. mit den offiziell auf dem Prüfstand anhand des Neuen Europäischen Fahrzyklus (NEFZ) gemessenen Werten. Seit einigen Jahren und vor allem seit der Einführung der CO₂-Emissionsvorschriften werden die Fahrzeuge auf diesen Zyklus hin optimiert, damit die gemessenen Verbräuche möglichst gering ausfallen. Dies führt dazu, dass diese gemessenen Werte immer stärker von den Emissions- bzw. Verbrauchswerten im realen Betrieb abweichen. Die Abweichungen zwischen Norm- und Realverbrauch werden in Anhang B detailliert beschrieben. Bei der Beurteilung der Entwicklung der Emissionen, die nachfolgend jeweils den NEFZ-Werten entsprechen, ist dies zu berücksichtigen.

3.2 Kenngrößen des Schweizer Marktes für neue Personenwagen

3.2.1 Allgemeine Marktentwicklung

2015 wurden in der Schweiz rund 327'000 neue Personenwagen (PW) zugelassen. Seit 2012 haben die Neuzulassungen der PW gegenüber dem Vorjahr erstmals wieder zugenommen und zwar um rund 7% (22'000 PW) gegenüber 2014. Nach dem konjunkturell bedingten Rückgang im Jahr 2009 sind die Neuzulassungen bei den PW angestiegen und haben sich auf dem Niveau von über 300'000 Neuzulassungen pro Jahr eingependelt (siehe Abbildung 1 und Datentabellen in Anhang E).

Neuzulassungen

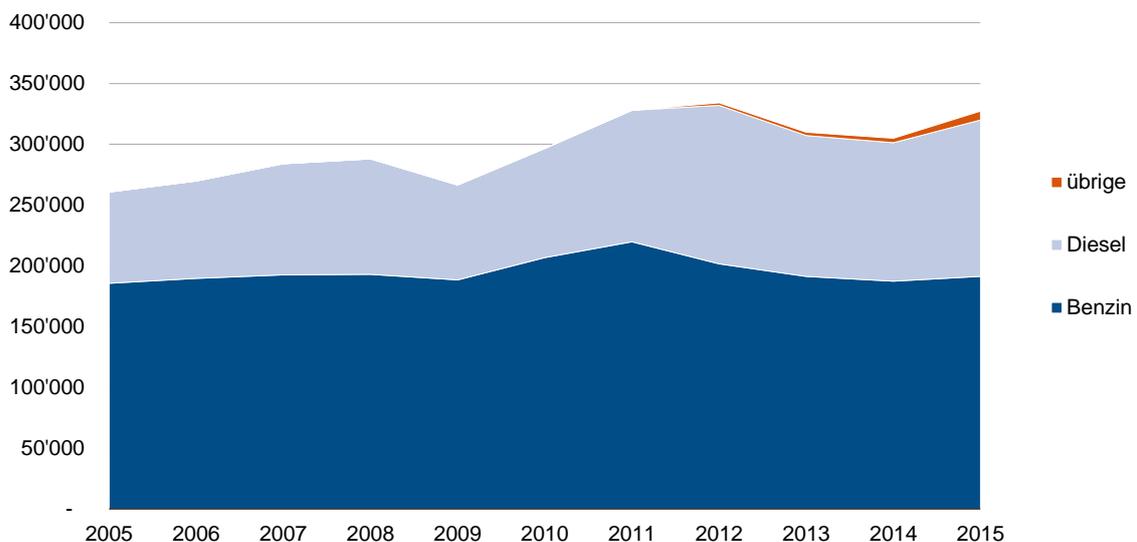
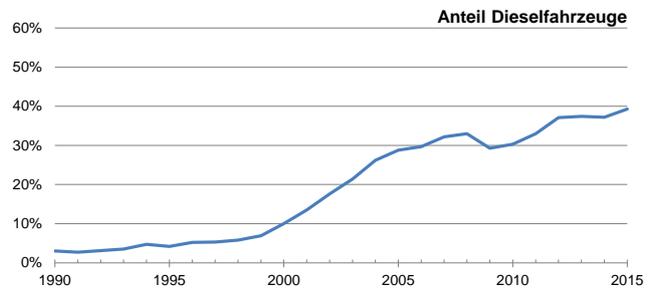


Abbildung 1: Neuzulassungen Personenwagen nach Treibstofftyp 2005-2015; Quellen: BFE Vollzugsdaten (2012-2015); BFS, BFE (2016b, Daten: 2005-2011, Total 2012).

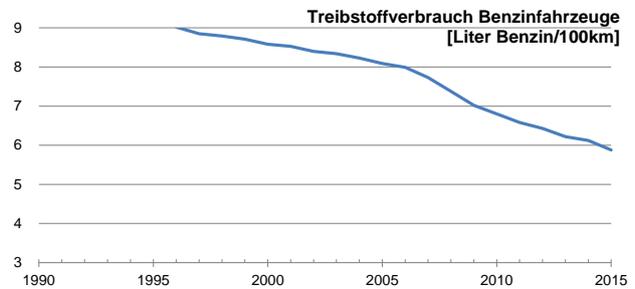


Die nachfolgende Zusammenstellung zeigt die Entwicklung der wichtigsten Kenngrößen des Schweizer Neuwagenmarkts:

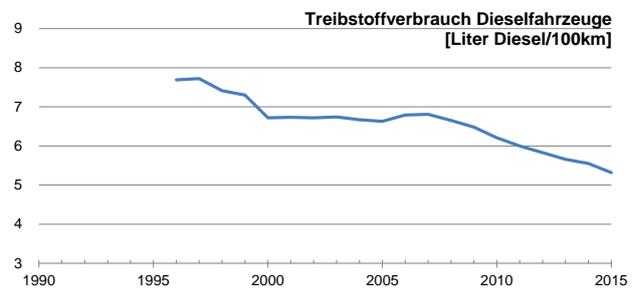
Dieselanteil: Der Anteil der Dieselfahrzeuge hat seit 2005 von 29% auf 39% im Jahr 2015 kontinuierlich zugenommen. Der vorübergehende Rückgang 2009/2010 ist auf neue Euro-Abgasnormen zurückzuführen.¹⁸ Zum Vergleich: der Dieselanteil in der EU beträgt 2014 rund 53 % (EEA 2015) und ist somit nach wie vor höher als in der Schweiz.



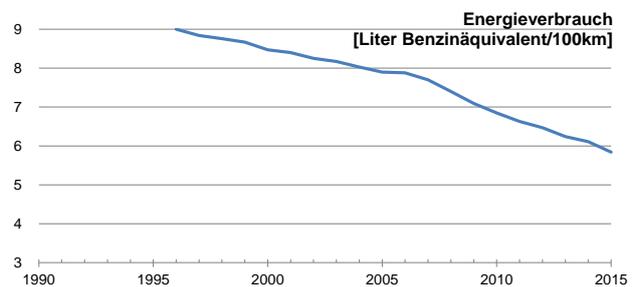
Treibstoff-Normverbrauch Benzinfahrzeuge: Der durchschnittliche spezifische Treibstoff-Normverbrauch der Benzinfahrzeuge betrug im Jahr 2015 5.88 Liter Benzin pro 100 km (2014: 6.12 L/100 km).



Treibstoff-Normverbrauch Dieselfahrzeuge: Bei den Dieselfahrzeugen betrug der Treibstoff-Normverbrauch im Jahr 2015 5.32 L Diesel/100 km (2014: 5.55 L/100 km). Diesel enthält pro Liter mehr Energie als Benzin; 1 Liter Diesel entspricht 1.12 Liter Benzinäquivalent.



Treibstoff-Normverbrauch alle Fahrzeuge: Der durchschnittliche Energieverbrauch der neuen Personenwagen im 2015 (alle Treibstoff-Typen), ausgedrückt in Benzinäquivalenten, ist 5.84 L BÄ/100 km (2014: 6.11 L BÄ/100 km).



¹⁸ Der Rückgang des Dieselanteils im Jahr 2009 fällt mit der Einführung der EURO-5-Schadstoffnorm zusammen, welche erstmals Grenzwerte für Feinstaubpartikel (Masse und Anzahl) festlegte und somit die Dieselfahrzeuge stärker betraf als die Benzinfahrzeuge.

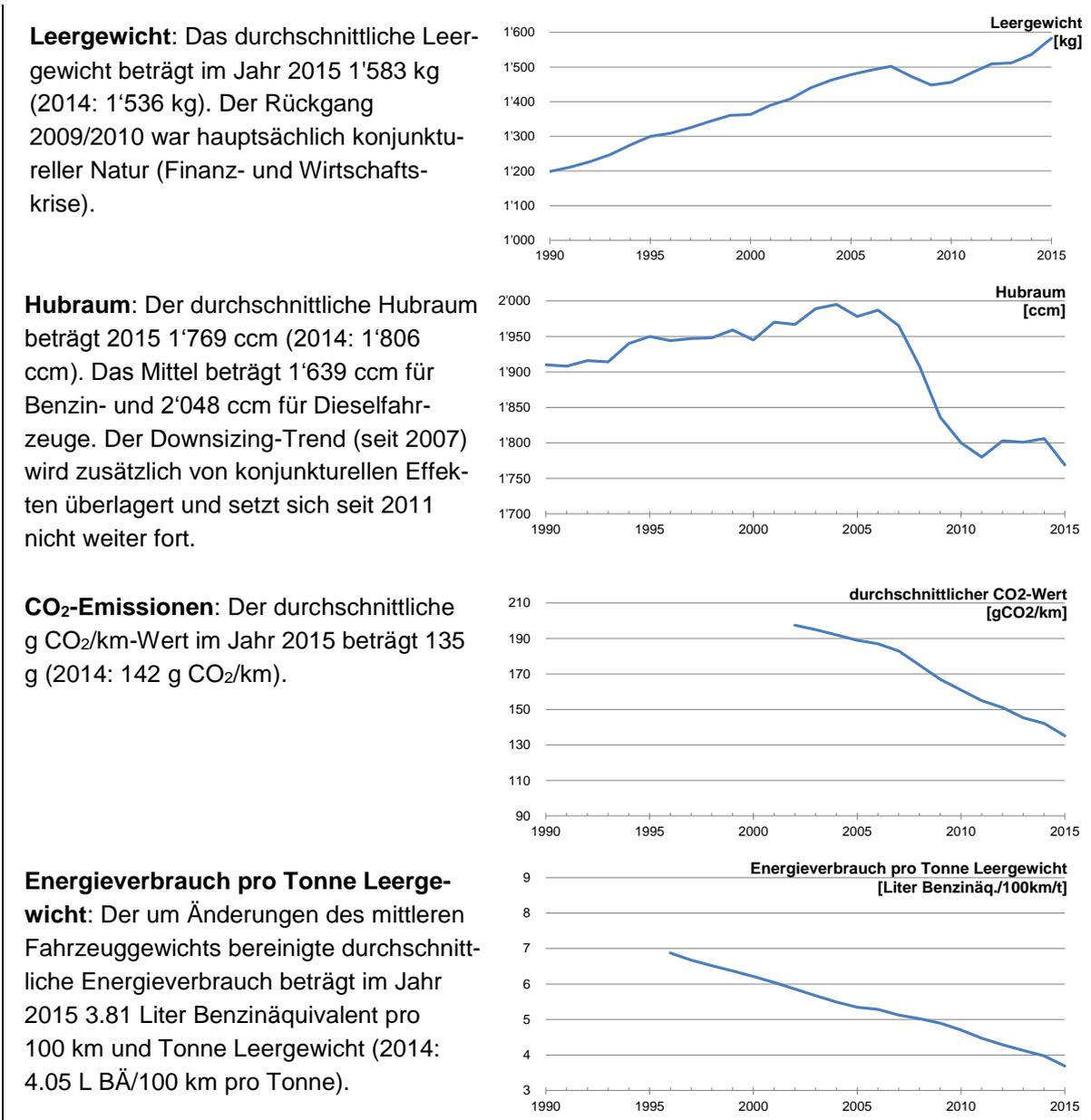


Abbildung 2: Wichtigste Kenngrößen des Schweizer Neuwagenmarkts. Quelle: BFE Vollzugsdaten (2012-2015), BFE (2016b, für Daten vor 2012)

Ergänzend zu den Kenngrößen des schweizerischen PW-Markts zeigt die Abbildung 3 die Entwicklung nach Fahrzeugsegmenten. Am markantesten ist die Zunahme der Zulassungen von SUV auf rund 22.5% Marktanteil im 2015. Zunahmen sind auch bei der unteren Mittelklasse zu verzeichnen, während die Zulassungen von Kleinwagen und Minivans rückläufig sind.

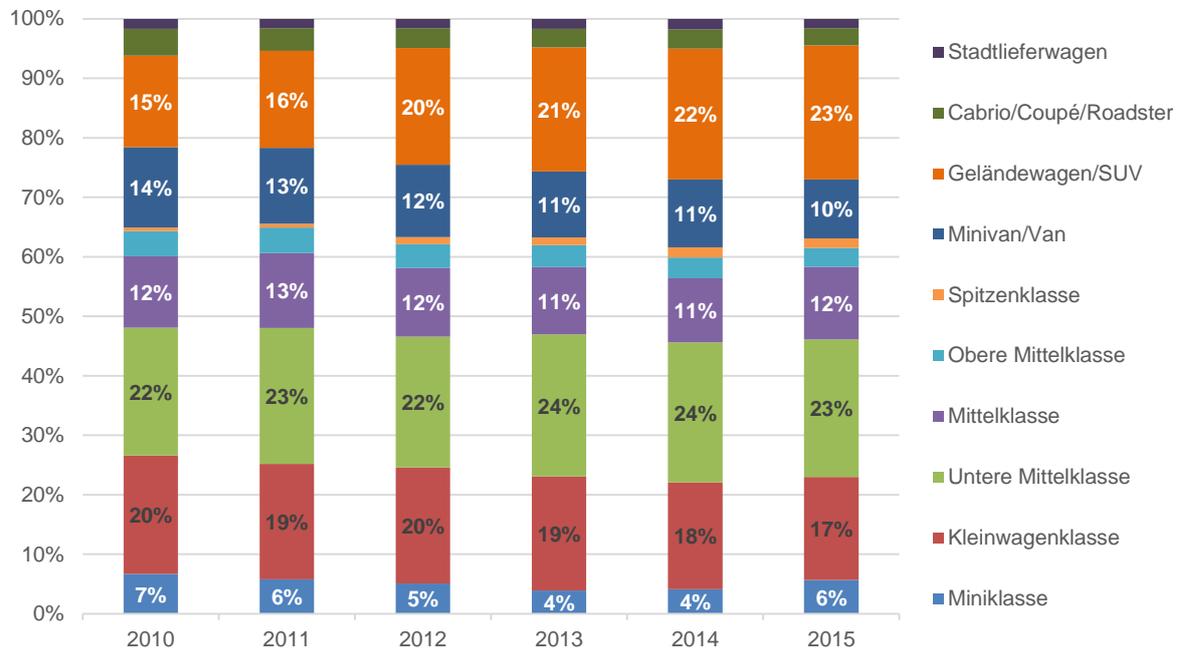


Abbildung 3: Entwicklung der Segmentanteile bei den neuen Schweizer Personenwagen. Datenquelle: Schweizer-Fahrzeugmarkt 2016.

3.2.2 Entwicklung der CO₂-Emissionen

Die mittleren CO₂-Normemissionen der neu zugelassenen PW nehmen seit 2003 kontinuierlich ab (Abbildung 4 und Datentabellen im Anhang E). 2005 stiess ein neuer PW im Mittel noch rund 190 g CO₂/km aus. Bis 2015 sank dieser Wert auf 135 g CO₂/km, was einer mittleren jährlichen Absenkung von -3.3 % bzw. über 5 g/Jahr zwischen 2005 und 2015 entspricht. Der ungewichtete mittlere CO₂-Ausstoss der Neufahrzeuge 2015 liegt damit allerdings über dem für 2015 festgelegten durchschnittlichen Zielwert von 130 g CO₂/km.

Seit der Einführung der CO₂-Zielwerte für neu zugelassene PW sind die mittleren CO₂-Emissionen um 19.9 g CO₂/km zurückgegangen. Jährlich entspricht dies einer Absenkung von rund 5 g CO₂/km bzw. -3.4 %, also etwa vergleichbar mit der gesamten Periode 2005-2015. Die höchsten jährlichen Absenkraten in der Monitoring-Periode wurden 2014/2015 (-5.0 %) erreicht.

Die mittlere jährliche Absenkrate von konventionellen Fahrzeugen lag zwischen 2011 und 2015 bei -2.9% für Benzin-, bzw. bei -3.1% bei Dieselfahrzeugen. Der mittlere CO₂-Ausstoss der Benzin- und Dieselfahrzeuge zusammen liegt 2015 bei 137 g CO₂/km. Die Berücksichtigung der übrigen Treibstoffarten (BEV, PHEV, etc.) führt zum Gesamtflottenwert von 135 g CO₂/km.

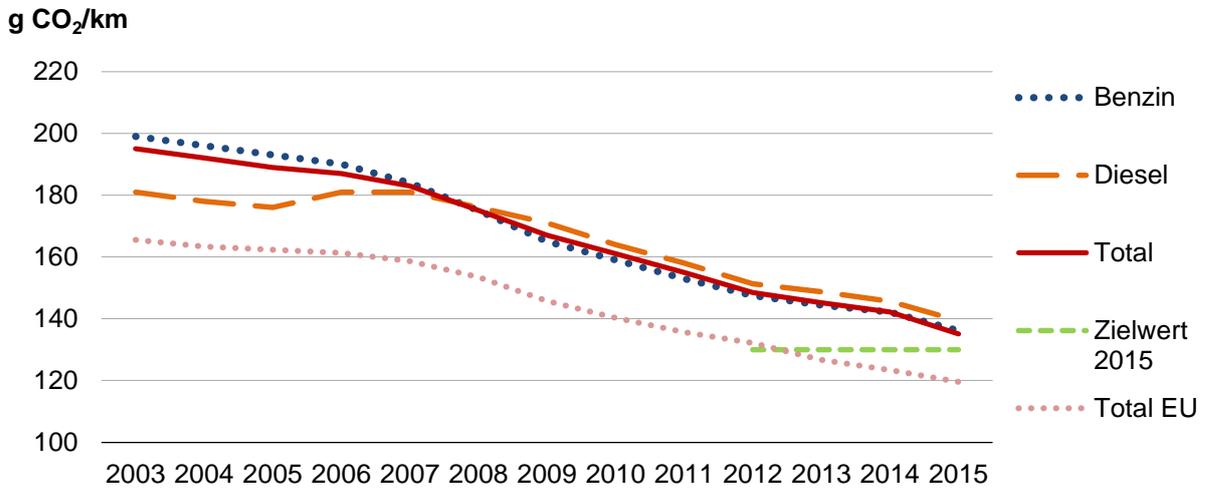


Abbildung 4: Mittlere CO₂-Emissionen der neu zugelassenen Benzin- und Diesel-Personenwagen nach Treibstofftyp 2003-2015 (Total: inkl. BEV, PHEV, übrige); Quelle: BFE Vollzugsdaten (2012-2015), BFE (2016b, für Daten vor 2012), EEA (2015)

Abbildung 5 zeigt die monatliche Entwicklung der durchschnittlichen CO₂-Emissionen kurz vor der Inkraftsetzung und während der geltenden CO₂-Emissionsvorschriften. Als Effekt der Einführung ist ein Überschreiten der CO₂-Emissionen im Halbjahr vor Inkrafttreten der Vorschrift und eine starke Absenkung im zweiten Halbjahr 2012 ersichtlich. In den Jahren 2012 und 2013 sanken die Emissionen jeweils gegen Jahresende; im 2014 hingegen stiegen die Emissionen an, was u.a. dem Auslaufen des Phasing-in per 2015 zuzuschreiben ist. Dieser Darstellung liegen unbearbeitete Zulassungsdaten zugrunde, welche bereits vor Vollzugsstart der CO₂-Emissionsvorschriften vorlagen und die geringfügig vom Vollzugsdatensatz abweichen können.

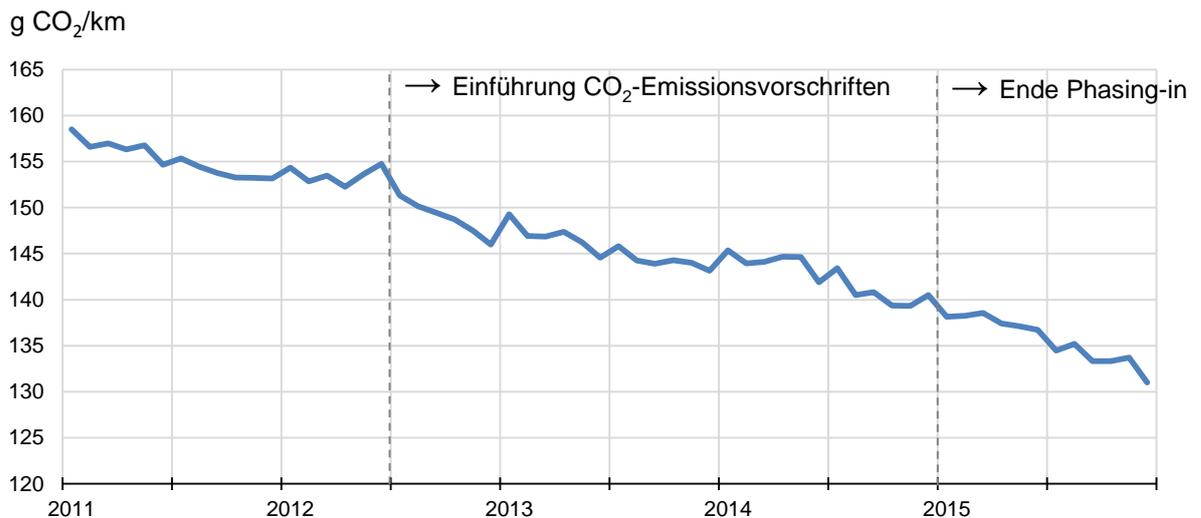


Abbildung 5: Monatliche Mittelwerte der CO₂-Emissionen von neu zugelassenen Personenwagen. Quelle: MOFIS/ASTRA/BFE



Die Entwicklung der Neufahrzeugflotte hin zu Fahrzeugen mit geringeren CO₂-Emissionen zeigt sich in Abbildung 6. Einerseits ist der Anteil an Fahrzeugen mit spezifischen CO₂-Emissionen von mehr als 160 g CO₂/km von rund 22 % im Jahr 2012 auf unter 13 % gesunken. Gleichzeitig stossen mittlerweile rund 22 % der neuen PW weniger als 100 g CO₂/km aus, 2012 waren es noch knapp 10 %, die in diese Emissionsklasse fielen.

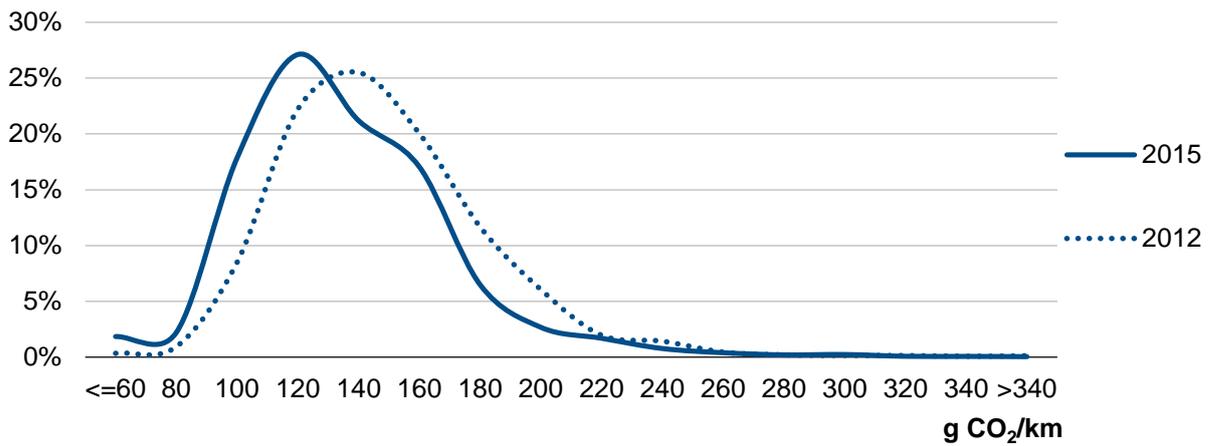


Abbildung 6: Häufigkeitsverteilung der CO₂-Emissionen der neu zugelassenen Personenwagen in den Jahren 2012 (Juli bis Dezember) und 2015; BFE Vollzugsdaten

Abbildung 7 zeigt die Beziehung zwischen der Entwicklung der mittleren Leergewichte und den CO₂-Emissionen zwischen 2012 und 2015. Sowohl bei den Benzin- als auch bei den Dieselfahrzeugen hat das mittlere Leergewicht in dieser Zeit zugenommen, gleichzeitig haben die CO₂-Emissionen abgenommen. Besonders ausgeprägt ist diese Entkoppelung bei den Dieselfahrzeugen sichtbar, wo das Leergewicht zwischen 2012 und 2015 deutlich zugenommen hat.

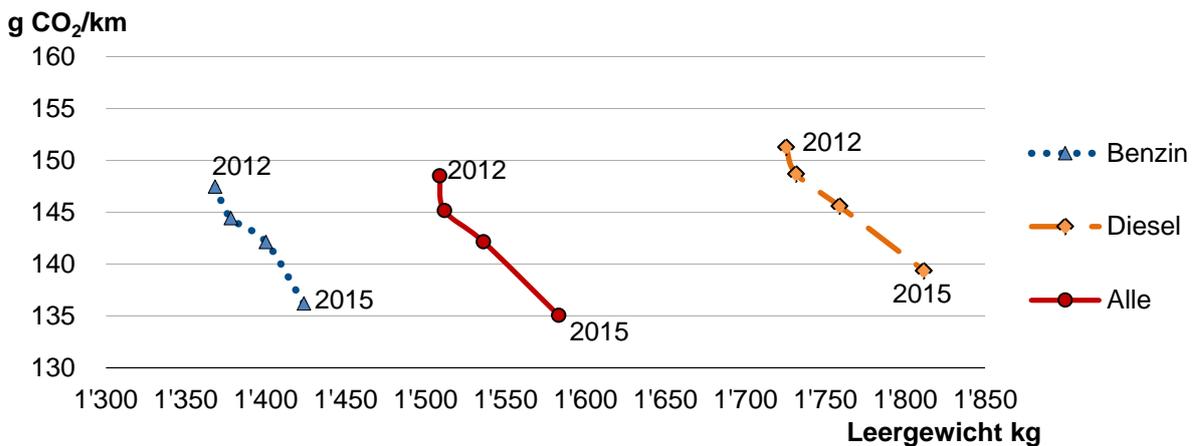


Abbildung 7: CO₂-Emissionen und mittleres Leergewicht der neu zugelassenen Personenwagen nach Benzin/Diesel, Juli 2012 -2015; Quelle: BFE Vollzugsdaten



3.2.3 Entwicklung des Leergewichts

Im vorliegenden Bericht werden die Gewichtswerte analysiert, wie sie im Rahmen des Vollzugs der CO₂-Emissionsvorschriften gemäss Art. 24 und 25 der CO₂-Verordnung ermittelt bzw. von den Importeuren gemeldet wurden. Die auf dieser Basis ermittelten zulassungsgewichteten Durchschnittswerte können von den Werten im Anhang 5 der CO₂-Verordnung und in BFE (2016b) abweichen, da leichte Unterschiede im Datensample wie auch in der Definition des je Fahrzeug zutreffenden Leergewichtswerts bestehen.

Zwischen 2012 und 2015 ist das mittlere Leergewicht der neu in Verkehr gesetzten PW um knapp 5 % oder um 74 kg auf 1'583 kg angestiegen (siehe Abbildung 8 und Datentabellen in Anhang E). Der Anstieg ist bei den Dieselfahrzeugen ausgeprägter als bei den Benzinfahrzeugen. Der Unterschied der mittleren Leergewichte von Benzin- und Dieselfahrzeugen nahm in der Folge von 357 kg im Jahr 2012 auf 388 kg im Jahr 2015 zu. Das mittlere Leergewicht der Fahrzeuge der übrigen Treibstoffarten ist 2015 markant angestiegen. Insbesondere betrifft dies die erstzugelassenen BEV und PHEV, deren Leergewicht zwischen 2012 und 2015 um mehr als 35 % zugenommen hat, als Folge gesteigerter Marktanteile relativ schwerer Fahrzeugmodelle wie z.B. der Marke Tesla, Porsche, Volvo oder Mercedes-Benz.

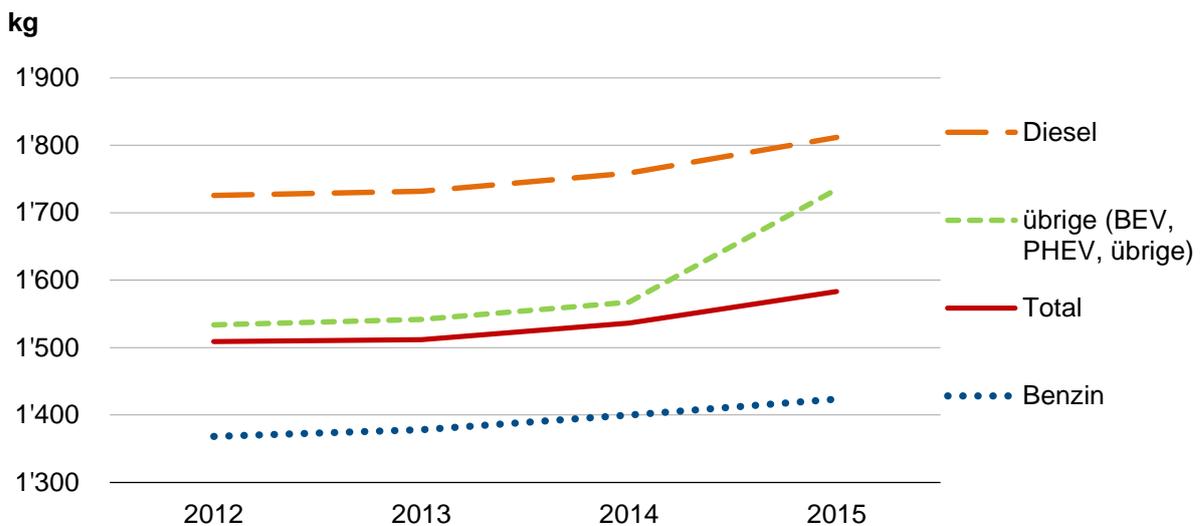


Abbildung 8: Mittleres Leergewicht der neu zugelassenen Personenwagen nach Treibstofftyp von Juli 2012 bis 2015; Quelle: BFE Vollzugsdaten

Die Entwicklung der Häufigkeitsverteilung der neuen PW nach Leergewicht ist in Abbildung 9 dargestellt und zeigt die Abnahme von Fahrzeugen mit einem Leergewicht bis rund 1'600 kg, während gleichzeitig der Anteil der schweren Fahrzeuge mit einem Leergewicht von über 1'800 kg zugenommen hat.

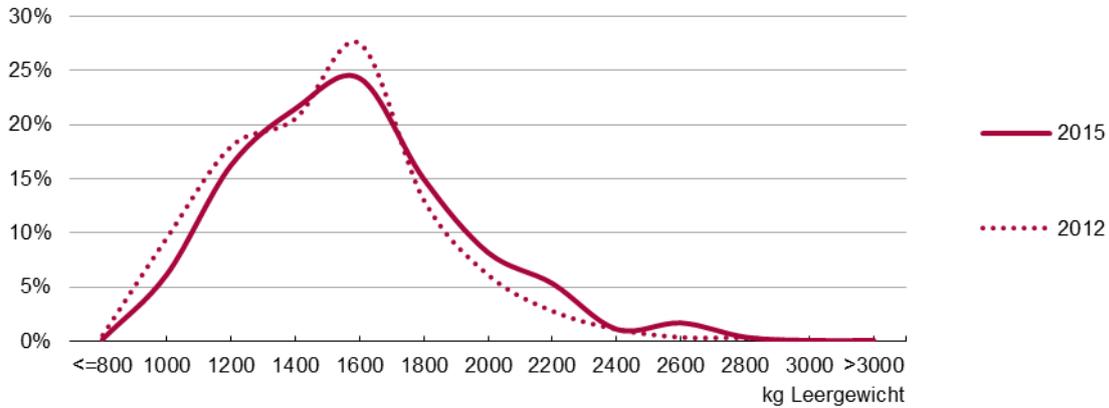


Abbildung 9: Häufigkeitsverteilung des Leergewichts der neu zugelassenen Personenwagen in den Jahren 2012 (Juli bis Dezember) und 2015; Quelle: BFE Vollzugsdaten

3.2.4 CO₂-Emissionen und Leergewicht auf Markenebene

Tabelle 2 zeigt die mittleren CO₂-Emissionen und Leergewichte der in den Jahren 2012 bis 2015 in der Schweiz erstzugelassenen PW nach Marke sowie deren Marktanteile 2015.¹⁹ Die in dieser Zusammenstellung ausgewiesenen Marken kommen zusammen auf einen Marktanteil von rund 90 % im Jahr 2015, die übrigen Marken sind zusammengefasst aufgeführt. Mit rund 13 % weist die Marke VW im Jahr 2015 den grössten Marktanteil auf, gefolgt von Audi, BMW und Mercedes-Benz.

Die mittleren CO₂-Emissionen der grössten Marken 2015 liegen zwischen 113 g CO₂/km (Citroën) und 162 g CO₂/km (Subaru). Die CO₂-Emissionen der übrigen Marken mit geringeren Marktanteilen liegen mit 155 g/km deutlich über dem Gesamtmittelwert von 135 g/km aller Neuzulassungen.

Die leichtesten Fahrzeuge wurden 2015 von Suzuki in Verkehr gesetzt (mittleres Leergewicht 1'209 kg), die schwersten von Volvo (1'824 kg). Das mittlere Leergewicht der übrigen Marken mit geringeren Marktanteilen liegt mit 1744 kg deutlich über dem Gesamtmittelwert von 1583 kg aller Neuzulassungen.

Marke	Marktanteil 2015 (%)	Mittlere CO ₂ -Emissionen (g CO ₂ /km)					Veränd. 2015/2012	Mittleres Leergewicht (kg)					Veränd. 2015/2012
		2012*	2013	2014	2015	2012*		2013	2014	2015			
CITROEN	4%	135	130	121	113	-16.9%	1'472	1'459	1'415	1'357	-7.8%		
PEUGEOT	4%	135	130	123	116	-13.9%	1'492	1'425	1'400	1'388	-7.0%		
RENAULT	5%	143	130	123	116	-19.1%	1'400	1'420	1'413	1'391	-0.7%		
TOYOTA	3%	124	123	125	118	-5.0%	1'369	1'395	1'445	1'440	5.2%		
FIAT	3%	136	129	126	121	-11.2%	1'260	1'220	1'271	1'315	4.3%		

¹⁹ Es ist zu berücksichtigen, dass die Marken nicht den Grossimporteuren und Emissionsgemeinschaften im Sinne des CO₂-Gesetzes entsprechen (Importeure können beispielsweise mehrere Marken vertreten).



Marke	Marktanteil 2015 (%)	Mittlere CO ₂ -Emissionen (g CO ₂ /km)					Mittleres Leergewicht (kg)				
		2012*	2013	2014	2015	Veränd. 2015/2012	2012*	2013	2014	2015	Veränd. 2015/2012
SUZUKI	3%	140	140	135	124	-11.3%	1'204	1'223	1'217	1'209	0.4%
SKODA	6%	142	135	132	126	-11.3%	1'383	1'369	1'378	1'445	4.5%
NISSAN	2%	156	154	133	128	-17.8%	1'467	1'457	1'459	1'479	0.9%
SEAT	3%	141	136	133	130	-7.7%	1'449	1'417	1'446	1'589	9.7%
VW	13%	143	139	137	130	-9.2%	1'460	1'475	1'534	1'667	14.2%
MITSUBISHI	1%	146	140	133	131	-10.0%	1'411	1'387	1'485	1'472	4.3%
DACIA	2%	150	141	138	133	-11.1%	1'335	1'314	1'325	1'327	-0.6%
KIA	2%	143	142	147	133	-6.8%	1'427	1'473	1'482	1'475	3.4%
FORD	4%	140	137	138	134	-4.4%	1'401	1'468	1'498	1'545	10.3%
MAZDA	3%	145	142	136	135	-7.1%	1'449	1'438	1'448	1'416	-2.3%
OPEL	4%	151	147	146	138	-8.5%	1'644	1'607	1'607	1'580	-3.9%
AUDI	7%	156	150	150	142	-9.3%	1'657	1'625	1'654	1'770	6.8%
BMW	7%	156	153	150	143	-8.4%	1'723	1'719	1'749	1'734	0.6%
HYUNDAI	3%	143	144	143	145	1.0%	1'433	1'451	1'455	1'551	8.2%
VOLVO	2%	158	159	153	147	-7.6%	1'682	1'689	1'698	1'824	8.4%
MERCEDES-BENZ	7%	167	162	155	151	-9.6%	1'803	1'757	1'727	1'729	-4.1%
SUBARU	2%	161	161	164	162	0.5%	1'541	1'562	1'571	1'610	4.5%
übrige	10%	169	173	172	155	-8.6%	1'609	1'661	1'725	1'744	8.4%
Total	100%	149	145	142	135	-9.1%	1'509	1'512	1'536	1'583	4.9%
Mittelwert grösste Marken		146	142	139	133	-9.1%	1'496	1'494	1'514	1'559	4.2%

Notiz: Daten sind aufsteigend sortiert nach CO₂-Emissionen 2015; die grössten Marken mit mehr als 5'000 neu zugelassenen PW im Jahr 2015 sind einzeln dargestellt

* 2012: Juli-Dezember

Tabelle 2: Mittlerer CO₂-Ausstoss und mittleres Leergewicht nach Marken (gewichtet nach der Anzahl Neuzulassungen, inkl. Parallel und Direktimporte); Quelle: BFE Vollzugsdaten

3.3 Diskussion der CO₂-Absenkraten

Die jährlichen prozentualen Absenkungen der CO₂-Emissionen seit 2003 sind in Abbildung 10 zusammengefasst (Daten siehe Anhang E). In der Periode der freiwilligen Vereinbarung bis 2008 lagen die Absenkraten im Mittel bei -2 % pro Jahr. In der Phase zwischen der freiwilligen Vereinbarung und der Revision des CO₂-Gesetzes bzw. der -Verordnung (2009-2011) war eine mittlere Absenkrate von rund



-4 % zu verzeichnen. Diese Periode war geprägt von der weltweiten Finanz- und Wirtschaftskrise, diversen politischen Vorstössen²⁰, die auf die Reduktion der CO₂-Emissionen der PW-Flotte abzielten, dem Einfluss der Bekanntgabe der Emissionsvorschriften in der EU und den Vorbereitungsarbeiten zur Revision des CO₂-Gesetzes in der Schweiz. In der Phase 2012-2015, während der die CO₂-Emissionsvorschriften in Kraft waren, sanken die Emissionen der Neuwagenflotte durchschnittlich um -3.4 % pro Jahr.

Mit Blick auf einzelne Jahre zeigt sich nach dem Auslaufen der Einführungs erleichterungen im Jahr 2015 die höchste jährliche Absenkung von -5.0%. Die starke Absenkung in den Jahren 2008 und 2009 während der Finanz- und Wirtschaftskrise geht einher mit einem rückläufigen Gesamtmarkt (2009 wurden lediglich 266'000 Neufahrzeuge zugelassen) und Marktanteilsverlusten von Premiummarken, die tendenziell einen höheren Treibstoffverbrauch aufweisen. Ausserdem zeigen sich in den Zwischenjahren 2013 und 2014 die Auswirkungen der Einführungsmodalitäten, bei denen insbesondere das Phasing-in zu einer stark vereinfachten Zielerreichung für die Importeure führte (siehe hierzu auch Kapitel 4.6) und die Absenkrate entsprechend abflachte.

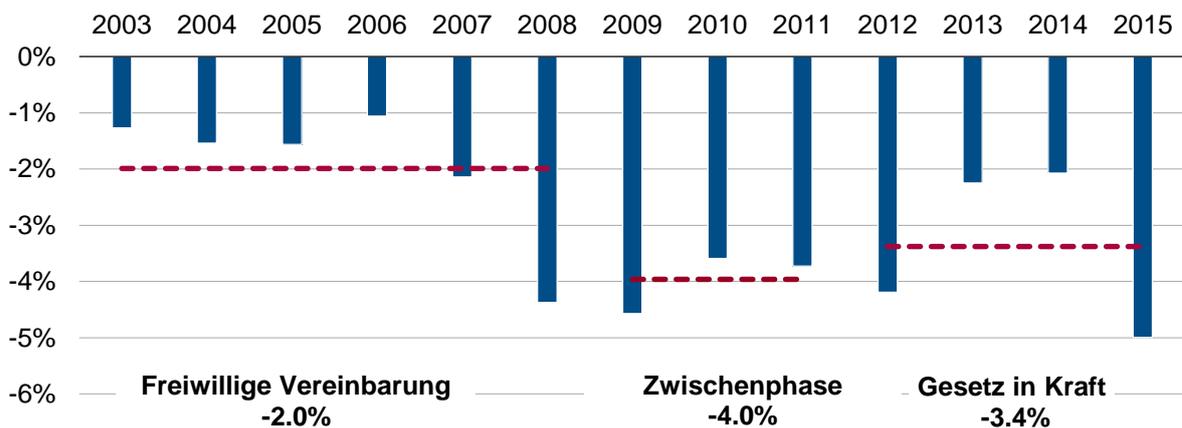


Abbildung 10: Zusammenfassung der jährlichen Absenkraten der CO₂-Emissionen (gemäss NEFZ) der neuen PW; Quelle: BFE Vollzugsdaten, BFE (2016b).

In der EU lagen die mittleren jährlichen CO₂-Absenkungen während der freiwilligen Vereinbarung bis 2006 bei 1.2 %, nach Ankündigung der Gesetzgebung bei 2.4 % und ab Inkrafttreten der Regulierung im Jahr 2009 bei 3.7 %. Im Gegensatz zur Schweiz sind in der EU die Absenkraten also kontinuierlich angestiegen, wobei die Ausgangslage und die zeitliche Staffelung bei der Einführung anders waren und das Inkrafttreten der Vorschriften in der EU zeitlich mit der Wirtschaftskrise zusammenfiel.

Eine Evaluation der Gesetzgebung auf EU-Stufe (Gibson et al., 2015) hat den kausalen Einfluss der CO₂-Zielwerte und weiterer Faktoren auf die Absenkraten der CO₂-Emissionswerte mit Hilfe einer Regressionsanalyse der Fahrzeugdaten der EU-Mitgliedsstaaten untersucht. Diese Studie unterscheidet und bewertet folgende Einflussfaktoren:

- Folgen der Gesetzgebung: In den EU-Staaten werden rund zwei Drittel der jährlichen Absenkungen seit der Einführung der Flottengrenzwerte für PW direkt auf die Einführung von CO₂-Vorschriften zurückgeführt.

²⁰ Die eidgenössische Volksinitiative "Für menschenfreundlichere Fahrzeuge" (sog. „Stopp-Offroad-Initiative“), die zu Gunsten des Gegenvorschlags im Rahmen des CO₂-Gesetzes zurückgezogen wurde, kantonale Vorstösse für die Ökologisierung der Motorfahrzeugsteuern, etc.



- Mitnahmeeffekte der freiwilligen Vereinbarung und autonome Effizienzsteigerungen: Der Einfluss dieser Faktoren wird auf rund einen Drittel der jährlichen Absenkungen veranschlagt. Diese Absenkungen wären mutmasslich auch realisiert worden, wenn die CO₂-Vorschriften nicht eingeführt worden wären und beruhen auf technischen Verbesserungen, die im Rahmen der freiwilligen Vereinbarung oder unabhängig davon entwickelt wurden.
- Weitere Beiträge für die Absenkungen mit geringeren Anteilen:
 - Zunahme des Dieselanteils in der Neuwagenflotte (ca. 2 % der Absenkung in der EU).
 - Anzahl der Neuzulassungen: Dieser Faktor hat gemäss Gibson et al. (2015) kaum einen Einfluss auf die mittleren Absenkraten.
 - Veränderungen der mittleren Leergewichte: Wie in der EU hat in der Schweiz das mittlere Leergewicht der neu zugelassenen PW seit der Einführung der CO₂-Emissionsvorschriften weiter zugenommen. Schwerere Fahrzeuge stossen tendenziell mehr CO₂ aus. Aufgrund des technischen Fortschritts haben die mittleren CO₂-Emissionen trotzdem abgenommen.
 - Veränderungen in den Anteilen der Marktsegmente²¹: In der EU hat der zunehmende SUV-Anteil teilweise zu einer geringen Zunahme der CO₂-Emissionen geführt. Der mittlere Hubraum (der allerdings nur bedingt Rückschlüsse auf die Marktsegmente zulässt) der Neufahrzeuge hat sich allerdings über die letzten Jahre nur geringfügig verändert.
 - Externe, wirtschaftliche Einflüsse: Darunter werden konjunkturelle (z.B. Wirtschaftskrise ab 2008), und preisliche Effekte bei Fahrzeugen und Treibstoffen sowie Kundenpräferenzen zusammengefasst. Diese Effekte sind insgesamt schwer abzutrennen von den übrigen Entwicklungen, die Wirtschaftskrise fällt zeitlich zusammen mit der Einführung der CO₂-Zielwerte. Ihr Effekt wird in der EU insgesamt als von untergeordneter Bedeutung eingeschätzt.

In Gibson et al. (2015) wird auch auf Schwachstellen der Regressionsanalyse hingewiesen. So kann beispielsweise keine unabhängige Kontrollgruppe gebildet werden, da in allen EU-Ländern die Gesetzgebung gleichzeitig eingeführt wurde, und die Beiträge verschiedener Einflussfaktoren (z.B. nationale Politikmassnahmen) zur Absenkung können nicht klar voneinander getrennt werden. Die Schätzungen der relativen Beiträge der einzelnen Teileinflüsse geben daher lediglich Hinweise auf die Grössenordnung der Bedeutung. Als Schlussfolgerung wird der positive Einfluss der CO₂-Emissionsvorschrift auf die CO₂-Absenkung der Neufahrzeuge hervorgehoben.

Aufgrund der oben genannten Gründe erscheinen die Ergebnisse aus der EU-Evaluation auf die Schweiz zumindest qualitativ übertragbar. Die verbindlichen CO₂-Zielwerte bewirken gegenüber der freiwilligen Vereinbarung eine deutlich stärkere CO₂-Absenkung in der Neuwagenflotte; eine verstärkte Absenkung bei den sanktionsrelevanten Fahrzeugen ist feststellbar (vgl. Kapitel 4.2.2). Dabei sind aber auch die unterschiedliche Ausgangslage der Schweiz mit ihrer höheren Kaufkraft und der deutlich CO₂-stärkeren und schwereren Neuwagenflotte, sowie weitere Einflussfaktoren, insbesondere die wirtschaftlichen Verwerfungen mit Auswirkungen im Automarkt ab dem Jahr 2008, zu berücksichtigen. Des Weiteren können die verschiedenen in Kapitel 2.2 beschriebenen Vollzugsmodalitäten dazu führen, dass das Instrument abgeschwächt wird. Mögliche Auswirkungen der Vollzugsmodalitäten werden im Kapitel 4.6 untersucht.

²¹ z.B. Kleinwagen, Mittelklasse, Oberklasse, SUV, vgl. Abbildung 3.



4. Erreichung der Zielvorgaben und Einfluss der Vollzugsmodalitäten

4.1 Struktur Importeure und Emissionsgemeinschaften

Wie in Kapitel 2.2.3 beschrieben, wird zwischen Klein- (<50 Neuzulassungen pro Jahr) und Grossimporteuren (≥50 Neuzulassungen pro Jahr) unterschieden. Zudem können sich Importeure zu Emissionsgemeinschaften (EG) zusammenschliessen (siehe Kapitel 2.2.6). Tabelle 3 zeigt die Entwicklung der Anzahl Importeure und EG zwischen Juli 2012 und 2015. Die Anzahl der Grossimporteure hat von 119 im Jahr 2012 auf 93 im Jahr 2015 abgenommen, zumal sich viele kleinere gewerbliche Importeure bei Vollzugsstart als provisorische Grossimporteure angemeldet hatten, ihren Status als Grossimporteur aber mittlerweile wieder aufgegeben haben. Daneben ist die Anzahl der Emissionsgemeinschaften über die vier Jahre nahezu unverändert geblieben.

	2012*	2013	2014	2015
Anzahl Grossimporteure gesamt (GI)	119	115	94	93
Anzahl einzelne Grossimporteure	102	98	78	77
Anzahl Emissionsgemeinschaften (EG)	17	17	16	16

* 2012: Juli-Dezember

Tabelle 3: Anzahl Grossimporteure, Aufteilung nach Einzelimporteuren und Emissionsgemeinschaften, Quelle: BFE Vollzugsdaten, BFE Faktenblätter „Vollzug der CO₂-Emissionsvorschriften für Personenwagen 2012-2015“.

In Tabelle 4 sind die Neufahrzeuganteile nach Abrechnungstyp und Importeurtyp zusammengestellt. Die in der Schweiz zugelassenen Neufahrzeuge werden fast ausschliesslich durch die Grossimporteure zugelassen (Anteil >99%). Die Anzahl Fahrzeuge der Kleinimporteure (nach CO₂-Gesetz einzeln abgerechnete Fahrzeuge) blieb mit weniger als 1% der Neuzulassungen zwischen 2012 und 2015 auf tiefem Niveau konstant.²²

Der überwiegende Anteil der Neufahrzeuge wird gemischt abgerechnet, d.h. sie fliessen in die Berechnungen der Fahrzeugpools von Grossimporteuren oder Emissionsgemeinschaften ein und bemessen sich am gewichtsabhängigen Zielwert ausgehend von 130 g CO₂/km. Sie machen im Jahr 2015 rund 91 % aller Neuzulassungen aus. Ein kleinerer Teil der Neuzulassungen sind Fahrzeuge von Klein- oder Nischenherstellern mit Spezialzielen (siehe auch Kapitel 2.2.6 bzw. Anhang F). Der Anteil so abgerechneter Fahrzeuge hat 2015 gegenüber den Vorjahren von 5 % auf 8 % zugenommen. Die restlichen rund 1 % der Neuzulassungen sind Fahrzeuge, die einzeln abgerechnet werden (Kleinimporteure).

²² Die Anzahl der Kleinimporte nach CO₂-Gesetz entspricht nicht der Gesamtanzahl von direktimportierten Fahrzeugen in der Schweiz, vgl. Kapitel 5.2. Direkt importierte Fahrzeuge sind definiert als Fahrzeuge, die nicht unter einer Schweizer Typengenehmigung zugelassen werden. Solche Fahrzeuge werden auch von gewerblichen Importeuren zugelassen und auch Grossimporteuren im Sinne des CO₂-Gesetzes zugerechnet.



	2012*	2013	2014	2015
Total Neufahrzeuge (100%)	150'014	309'876	304'917	327'277
Anteile an Neufahrzeugen nach Abrechnungstyp				
Anteil gemischte Abrechnung (Pools)	94%	94%	95%	91%
Anteil Klein-/Nischenhersteller (Spezialziele)	5%	5%	5%	8%
Anteil Einzelabrechnung (Kleinimporteure)	1%	1%	1%	1%
Anteile an Neufahrzeugen nach Importeurtyp				
Anteil Grossimporteure	99%	99%	99%	99%
Anteil Kleinimporteure	1%	1%	1%	1%

* 2012: Juli-Dezember

Tabelle 4: Anteil Neufahrzeuge nach Abrechnungs- und Importeurtyp, Anteile arithmetisch gerundet, Quelle: BFE Vollzugsdaten.

Die Grossimporteure unterscheiden sich stark in Bezug auf ihre Grösse bzw. auf die Anzahl eingeführter Fahrzeuge. Gemessen an der Anzahl Importeure ist seit 2012 der Anteil der kleinen Grossimporteure mit zwischen 50 und 100 jährlich eingeführten Fahrzeugen von knapp 69 % auf 36 % gesunken (siehe Abbildung 11). Damit ist der Anteil der Grossimporteure, die jährlich mehr als 5'000 Fahrzeuge importieren von 8 % auf 18 % angestiegen.

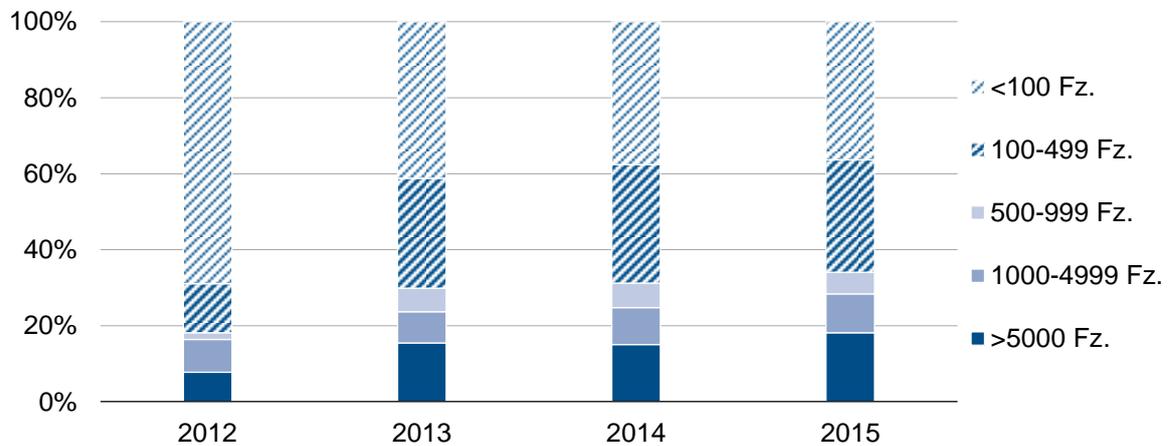


Abbildung 11: Anzahl Grossimporteure gruppiert nach Anzahl Neuzulassungen; Juli 2012 -2015; Quelle: BFE Vollzugsdaten

4.2 Entwicklung der CO₂-Emissionen und Leergewichte auf Importeurs-ebene

4.2.1 CO₂-Emissionen und Leergewichte

Die Entwicklung der ungewichteten durchschnittlichen CO₂-Emissionen und Leergewichte der neu zugelassenen PW der wichtigsten Grossimporteure und Emissionsgemeinschaften zwischen 2012 und



2015 sind in Abbildung 12 anonymisiert dargestellt. Die beiden Kenngrössen haben sich bei den Importeuren über die vier Jahre unterschiedlich entwickelt. Allen gemeinsam ist eine mehr oder weniger ausgeprägte Senkung der mittleren CO₂-Emissionen ihrer neu zugelassenen Fahrzeuge von 2012 zu 2015 (Verschiebung nach unten in Abbildung 12). Bei den meisten Importeuren wurden die CO₂-Emissionen gesenkt bei gleichzeitiger Erhöhung der Leergewichte (Verschiebung nach unten rechts). Bei einzelnen Importeuren sanken die CO₂-Emissionen, während die Leergewichte konstant geblieben oder ebenfalls gesunken sind (Verschiebung nach unten oder unten links). Diese Entwicklungen widerspiegeln die Marktentwicklungen und die unterschiedlichen Strategien der Importeure zur Absenkung der CO₂-Emissionen ihrer Fahrzeuge; es können darin auch wechselnde Zusammensetzungen von Emissionsgemeinschaften und zunehmende Absatzzahlen von LEV zum Ausdruck kommen.

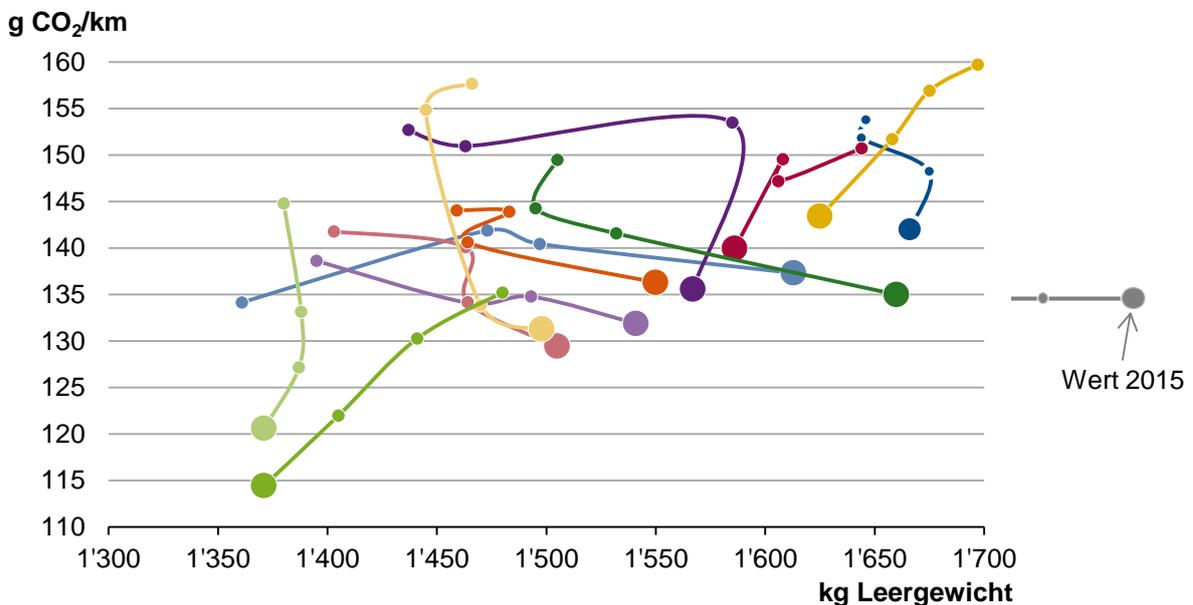


Abbildung 12: Ungewichtete CO₂-Emissionen und mittleres Leergewicht der neu zugelassenen Personenwagen ausgewählter Grossimporteure (ohne Nischenfahrzeuge), Juli 2012 -2015; Quelle: BFE Vollzugsdaten

4.2.2 Auswirkung von Phasing-in und Supercredits bei der Bestimmung der gewichteten CO₂-Emissionen

Die Vollzugsmodalitäten des Phasing-in und der Supercredits haben einen entscheidenden Einfluss auf die Bestimmung der sanktionsrelevanten, sogenannt gewichteten CO₂-Emissionswerte der Importeure. Die über die Flotten aller Importeure gemittelten, gewichteten CO₂-Werte unter Berücksichtigung dieser Vollzugsmodalitäten sind in Tabelle 5 aufgeführt. Die CO₂-Emissionen der sanktionsrelevanten Teile der Flotte sind deutlich tiefer als diejenigen der restlichen Flotte. 2014 lag der gewichtete CO₂-Wert bei 127 g CO₂/km. Werden die nicht sanktionsrelevanten Fahrzeuge in die Berechnung einbezogen und die Supercredits ausgeblendet, so liegt hingegen der CO₂-Wert deutlich höher bei 142 g CO₂/km. Diese Statistik zeigt auf, dass die CO₂-Emissionen von Fahrzeugen, welche durch das Phasing-in nicht von den Emissionsvorschriften betroffen sind, weniger stark gesunken sind. Diese rein deskriptive Analyse gibt einen Hinweis darauf, dass erst eine Verpflichtung zur CO₂-Absenkung zu den gewünschten Einsparungen führt.



	2012	2013	2014	2015
Einführungsmodalitäten				
Phasing-in	65 %	75 %	80 %	100 %
Supercredits	3.5	3.5	2.5	1.5
CO₂-Emissionen der Neuwagenflotte				
gewichtet (mit Phasing-in u. mit SC)	128	128	127	134
nur zählende Fahrzeuge (mit Phasing-in, ohne SC)	130	130	129	135
ungewichtet (ohne Phasing-in u. ohne SC)	149	145	142	135

Tabelle 5: CO₂-Emissionen der Neuwagenflotte mit unterschiedlicher Berücksichtigung von Phasing-in und Supercredits. 2012 (ab Juli) bis 2015. Quelle: BFE Vollzugsdaten

Die Abbildung 13 verdeutlicht die Effekte von Phasing-in und Supercredits, gemittelt über die verschiedenen Teile der Neuwagenflotte (Pool/Nischenfahrzeuge). Die Höhe der Säulen entspricht der Differenz zwischen ungewichteten und gewichteten CO₂-Emissionen der Neuwagenflotte. Der Effekt des Phasing-in übertrifft denjenigen der Supercredits deutlich: Wären im Jahr 2014 alle Fahrzeuge gleich gewichtet worden (d.h. ohne Supercredits), wären rein rechnerisch die CO₂-Emissionen rund 2 g höher, ohne Supercredits *und* Phasing-in um weitere knapp 13 g höher gelegen. Der Einfluss von Ökoinnovationen wird hier nicht untersucht, zumal dies erst eine kleine Anzahl Fahrzeuge im zweistelligen Bereich betraf.

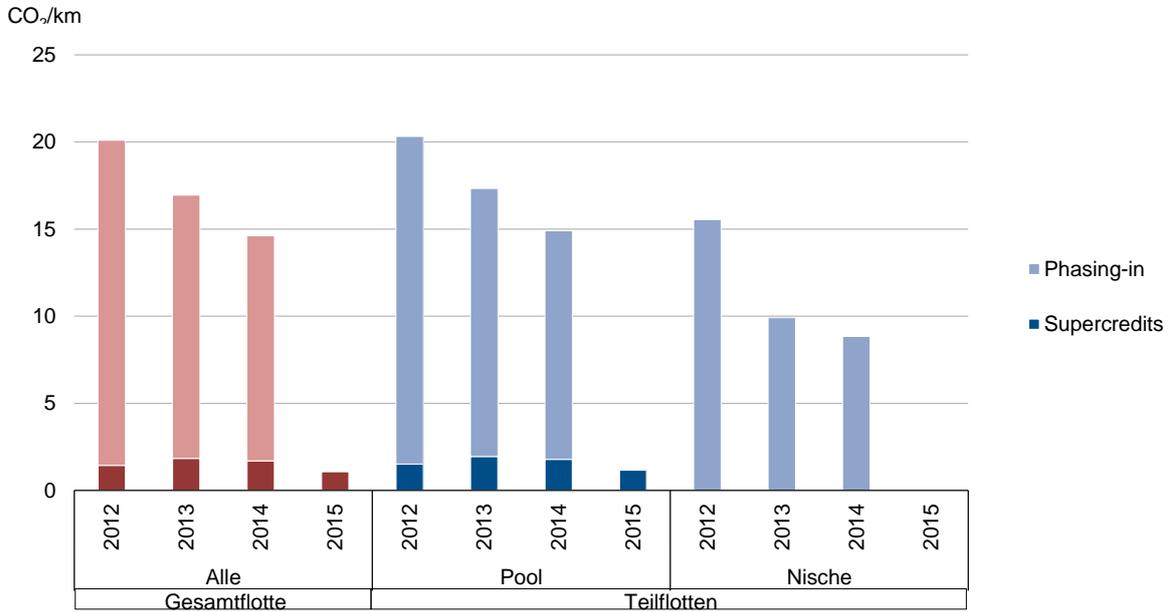


Abbildung 13: Entwicklung der Effekte von Phasing-in und Supercredits 2012-2015 (gewichtet nach der Anzahl importierter Fahrzeuge), alle Fahrzeuge, nach Pool/Nischenfahrzeugen. Quelle: BFE Vollzugsdaten.



4.3 Bestimmung der individuellen Zielvorgabe

Die Berechnung der individuellen Zielvorgabe wurde im Kapitel 2.2.5 beschrieben. Sie wird anhand der Formel

$$\text{Zielvorgabe (in g CO}_2\text{/km)} = 130 + 0.0457 \cdot (m - M_{t-2})$$

berechnet in Abhängigkeit von Fahrzeug- bzw. Flottengewicht m und einem Referenzleergewicht M_{t-2} .

Aufgrund der periodischen Anpassung des Referenzleergewichts hat sich die Zielwertgerade leicht geändert. Abbildung 14 zeigt die Zielwertgeraden der Jahre 2012 und 2015. Da sich der M_{t-2} -Wert von 2012 bis 2015 erhöht hat (siehe Tabelle 6), hat sich die Zielwertgerade entsprechend in diesen vier Jahren leicht nach rechts bzw. unten verschoben. Für ein Fahrzeug mit 1'500 kg Leergewicht ergab sich 2012 eine Zielvorgabe von 132.1 g CO₂/km, 2015 ist die Zielvorgabe eines gleich schweren Fahrzeugs noch 130.4 g CO₂/km.

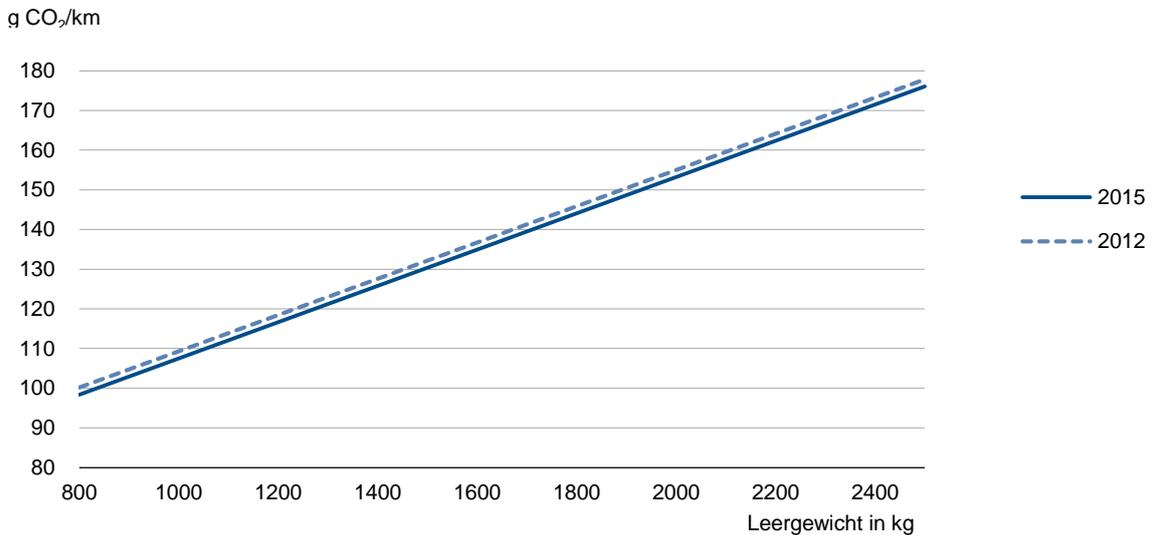


Abbildung 14: Zielwertgeraden 2012/2015 gemäss Anhang 5 der CO₂-Verordnung (SR 641.711)

	2012	2013	2014	2015
M_{t-2} in kg	1'453	1'465	1'493	1'492
Leergewicht	Zielvorgaben (in g CO₂/km)			
1'000 kg	109.3	108.7	107.5	107.5
1'500 kg	132.1	131.6	130.3	130.4
1'800 kg	145.9	145.3	144.0	144.1
2'000 kg	155.0	154.4	153.2	153.2

Tabelle 6: Werte der Zielwertgeraden 2012-2015 in g CO₂/km, berechnet gemäss Anhang 5 der CO₂-Verordnung (SR 641.711).

Bei der Bestimmung der individuellen Zielvorgabe der Importeure kommen weitere Faktoren zum Tragen. So wurde das Referenzleergewicht der Zielwertgeraden (M_{t-2}) in den Jahren 2012-15 aufgrund



praktischer Aspekte (Datenverfügbarkeit vor Vollzugsbeginn) als Durchschnittsgewicht der in MOFIS ausgewiesenen Gewichtseinträge gemäss Prüfungsbericht (Formular 13.20 A) berechnet. Bei der Berechnung der individuellen Zielvorgaben werden dem Referenzleergewicht die Gewichtswerte der effektiv zugelassenen Fahrzeuge bzw. Flotten gegenübergestellt, die sich nach Art. 24 und 25 der CO₂-Verordnung richten (max. Wert aus Typengenehmigung, effektive Masse gemäss COC Position 13.2, allfällige weitere Quellen). Die unterschiedlichen Gewichtsdefinitionen haben dazu geführt, dass das im 2015 ermittelte Referenzleergewicht M_{t-2} der neu zugelassenen PW rund 1'532 kg beträgt, der sich aus dem Vollzug ergebende Wert aber bei 1'583 kg liegt. Obschon diese Werte bei der Berechnung nicht direkt verglichen werden (es wird das Referenzleergewicht von vor zwei Jahren herangezogen, nämlich 1'492 kg), deuten diese Zahlen auf eine systematische Lücke hin, die faktisch eine durchschnittliche Erhöhung der Zielvorgaben um rund 2.3 g CO₂/km²³ ausmacht, womit die Zielerreichung entsprechend erleichtert und die Absenkung verzögert wird. Analog zur Abbildung 14 bedeutet dies eine Verschiebung der Zielwertgerade, jedoch nach links und oben.

Weiter genehmigt die EU für Fahrzeugmarken mit beschränkten Stückzahlen Spezialziele, die auch von Schweizer Importeuren geltend gemacht werden können. Dies bedeutet, dass anstelle der vom 130-Gramm-Zielwert abgeleiteten Zielvorgabe ein fixer Wert gilt, der in der Regel deutlich über dem Wert von 130 g/km liegt. Vgl. dazu auch die Kapitel 2.2.6, 4.6.3 und Anhang F.

Wird der Effekt dieser Faktoren berücksichtigt und eine fahrzeuggewichtete "durchschnittliche individuelle Zielvorgabe" über die Flotten aller Grossimporteure berechnet, so zeigt sich, dass dieser Wert bei rund 135 g CO₂/km liegt. Die sanktionsrelevanten Zielvorgaben liegen somit aufgrund von Vollzugsmodalitäten im Durchschnitt über dem politischen vorgegebenen Zielwert von 130 g/km.

4.4 Zielerreichung (Distance-to-target)

Der durchschnittliche Zielwert gemäss CO₂-Gesetz beträgt im ungewichteten Flottenmittel 130 g CO₂/km. Wie oben beschrieben, wird die Zielerreichung im Vollzug pro Importeur geprüft, sie entspricht der Differenz zwischen den gewichteten CO₂-Emissionen und der Zielvorgabe (Distance-to-target). Liegen die Emissionen über der Zielvorgabe, so ist das importeurspezifische Ziel überschritten und es fällt eine Sanktion an. Abbildung 15 vergleicht die durchschnittlichen gewichteten CO₂-Emissionen (vgl. Kapitel 4.2) mit den durchschnittlichen individuellen Zielvorgaben (vgl. Kapitel 4.3) aller Grossimporteure unter Berücksichtigung der diversen Berechnungsmodalitäten. Die Abbildung verdeutlicht, dass im Durchschnitt die sanktionsrelevanten Werte erreicht wurden, obschon die ungewichteten CO₂-Emissionen jeweils höher lagen, namentlich bei 135 g/km im 2015.

²³ 1'583 kg - 1'532 kg = Differenz von 51 kg. $51 \cdot 0.0457 = 2.3$ g/km.

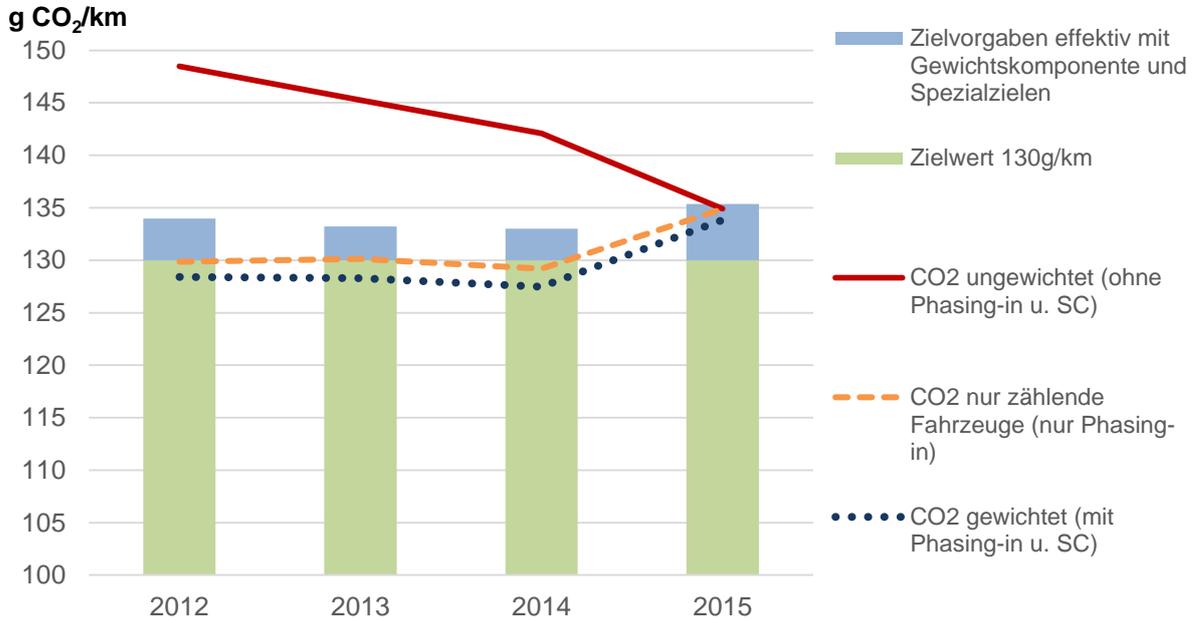


Abbildung 15: CO₂-Emissionen und Zielwerte mit unterschiedlicher Berücksichtigung von Phasing-in und Supercredits (SC), Durchschnitt über alle Grossimporteure.

Aus Abbildung 16 wird ersichtlich, dass einzelne Importeure ihre individuelle Zielvorgabe nicht erreicht haben. Im Jahr 2012 hat einer der 15 grössten Importeure mit einem gesamthaften Marktanteil von rund 90% die Zielvorgabe nicht erreicht, im 2015 deren sechs. Die übrigen grossen Importeure und EG haben die Zielvorgabe erreicht und teilweise mit deutlichen Reserven zur Zielvorgabe übererfüllt. Die Zielvorgaben-Übererfüllungen sind allerdings seit 2012 deutlich zurückgegangen, da die Vollzugs-erleichterungen, insbesondere durch das Phasing-in und die Supercredits, schrittweise abgebaut wurden. Bei den übrigen, hier nicht abgebildeten Grossimporteuren haben die Zielvorgaben-Übererfüllungen ebenfalls abgenommen.

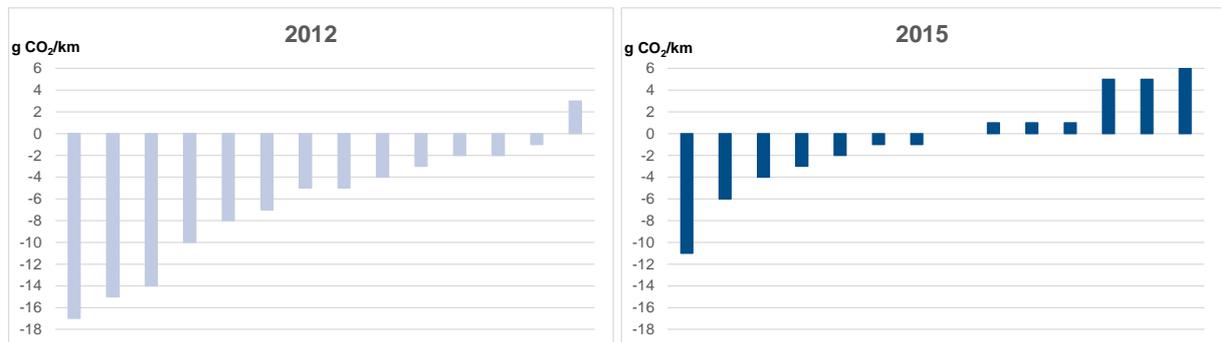


Abbildung 16: Zielabweichungen der 15 grössten Grossimporteure von 2012 und 2015 aufsteigend geordnet (neg. Werte = Übererfüllung, pos. Werte = Überschreitung der Zielvorgabe); Quelle: BFE Vollzugsdaten

In Abbildung 17 und Abbildung 18 sind die Leergewichte und die ungewichteten bzw. gewichteten CO₂-Werte aller Importeure im Vergleich zu den Zielwertgeraden für 2012 und 2015 dargestellt. Importeure, welche die Zielvorgabe einhalten, liegen unterhalb der Gerade. Die gewichteten CO₂-Emissionen 2015 liegen grundsätzlich höher als 2012, da die Vollzugsmodalitäten kontinuierlich verschärft



wurden. Bei den ungewichteten CO₂-Emissionen wird dagegen die Absenkung 2012-2015 sichtbar, 2015 haben über 70 % aller Importeure ihre Zielvorgabe erfüllt, ihr Anteil an der Neuwagenflotte 2015 beträgt rund 70 %. Die Werte der Flotten mit Nischen- und Kleinherstellerfahrzeugen mit Spezialzielen sind in Abbildung 19 separat abgebildet, da sie nicht von der Zielwertgeraden betroffen sind, sondern Spezialziele haben.

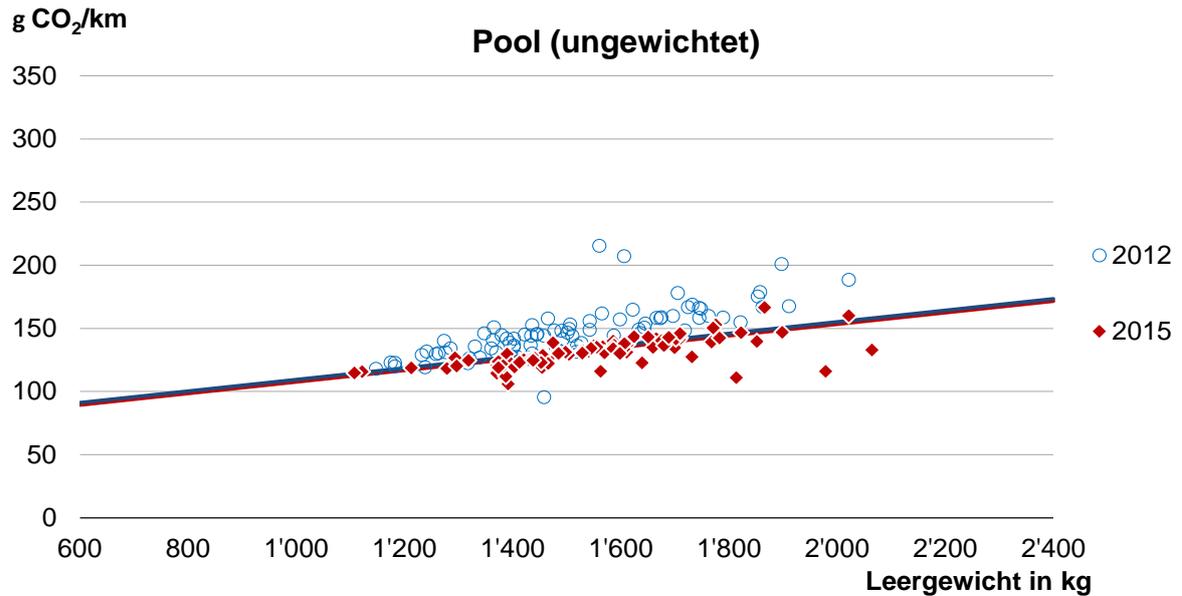


Abbildung 17: Leergewicht und ungewichtete CO₂-Emissionen der Importeure mit gemischter Abrechnung («Pool») und Zielwertgeraden, 2012/2015; Quelle: BFE Vollzugsdaten

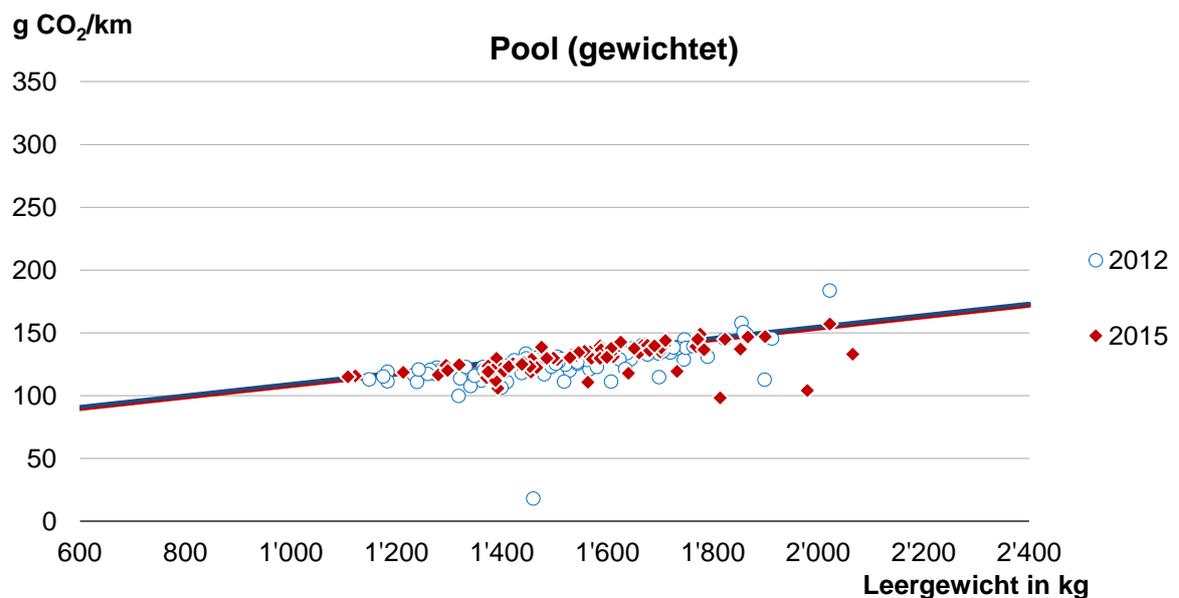


Abbildung 18: Leergewicht und gewichtete CO₂-Emissionen der Importeure mit gemischter Abrechnung («Pool») und Zielwertgeraden, 2012/2015; Quelle: BFE Vollzugsdaten

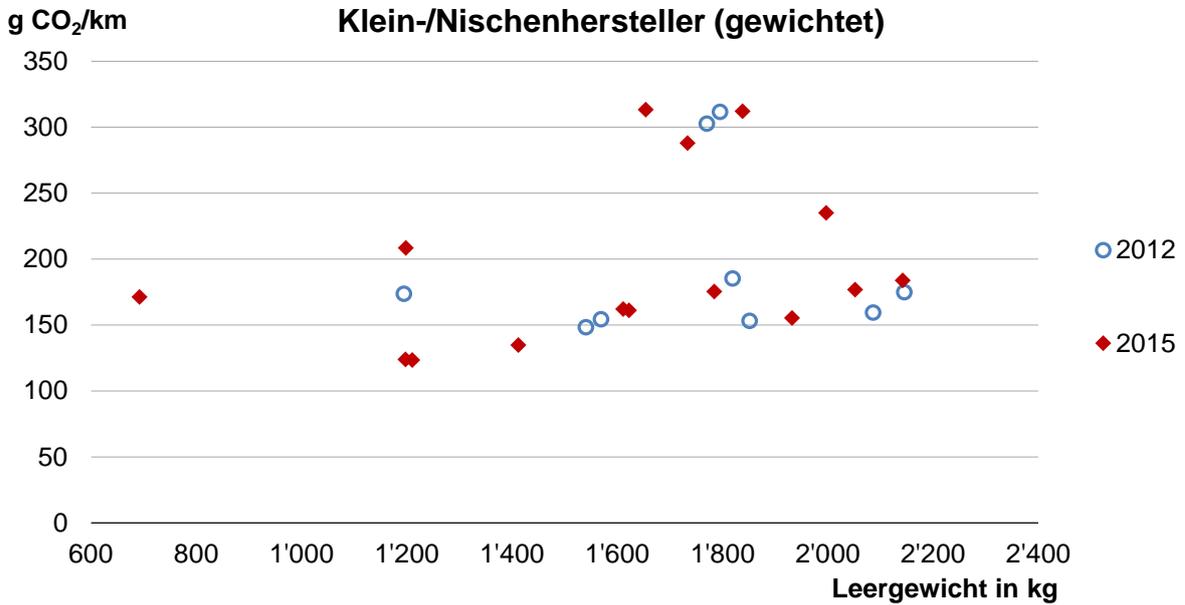


Abbildung 19: Leergewicht und gewichtete CO₂-Emissionen der Importeure mit Klein-/Nischenherstellerzielen 2012/2015; Quelle: BFE Vollzugsdaten

4.5 Entwicklung der Sanktionsbeträge und des Vollzugsaufwands

Die angefallenen Sanktionsbeträge bei Grossimporteuren sind in Abbildung 20 dargestellt. Zwischen 2012 und 2015 fielen Sanktionsbeträge zwischen 0.2 Mio. CHF (2014) und 10.8 Mio. CHF (2015) an.

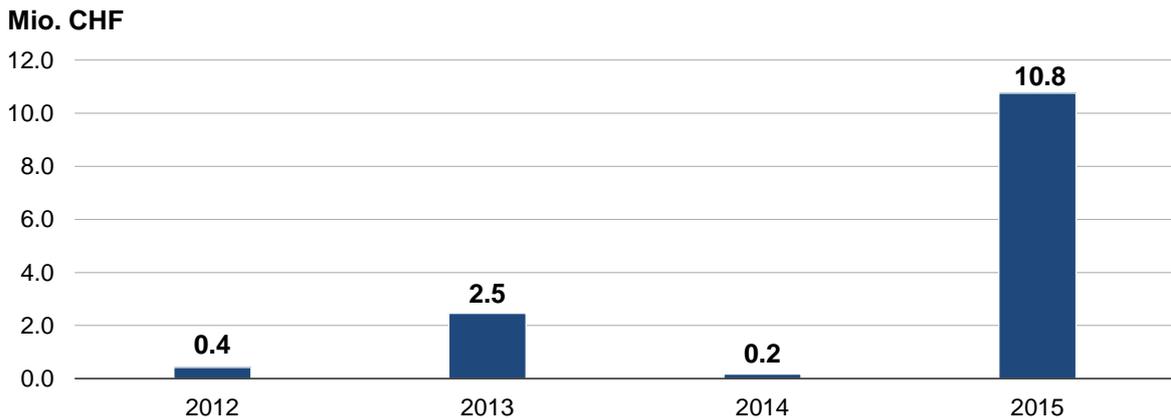


Abbildung 20: Entwicklung der Sanktionsbeträge bei Grossimporteuren 2012-2015, Quelle: BFE Vollzugsdaten, eigene Berechnungen

In Tabelle 7 sind die Gesamtbeträge der Sanktionen 2012-2015 zusammengestellt, inklusive der Kleinimporteure mit einzeln abgerechneten Fahrzeugen. In der Tabelle ist deutlich ersichtlich, dass die Sanktionen pro Fahrzeug bei den Einzelabrechnungen am höchsten sind. Die Vollzugskosten sind ebenfalls abgebildet, die sich aus Personalkosten und Sachaufwänden der beteiligten Bundesämter zusammensetzen.



	2012	2013	2014	2015
Sanktionen Total in Mio. CHF	3.5	5.1	1.7	12.6
Sanktionen Grossimporteure in Mio. CHF	0.4	2.5	0.2	10.8
Sanktionen Einzelabrechnungen in Mio. CHF	3.0	2.4	1.5	1.8
Sanktionen pro Fahrzeug in CHF				
pro Fahrzeug Grossimporteure in CHF	2.84	8.00	0.56	33.15
pro Fahrzeug Einzelabrechnungen in CHF	1'430.00	1'049.09	907.24	818.55
Vollzugsaufwand in Mio. CHF	0.9	1.8	1.3	1.5

Tabelle 7: Sanktionen nach Abrechnungstyp, Total und pro Fahrzeug, Vollzugsaufwand, Quelle: BFE Vollzugsdaten, eigene Berechnungen, BFE (2013, 2014, 2015a, 2016a).²⁴

Abbildung 21 zeigt, dass sowohl die meisten Gross- wie auch Kleinimporteure im 2015 sanktionsfrei geblieben sind. Die Sanktion beschränkt sich auf einige wenige Grossimporteure, bzw. bei Kleinimporteuren auf die ineffizientesten rund 30% der Fahrzeuge.

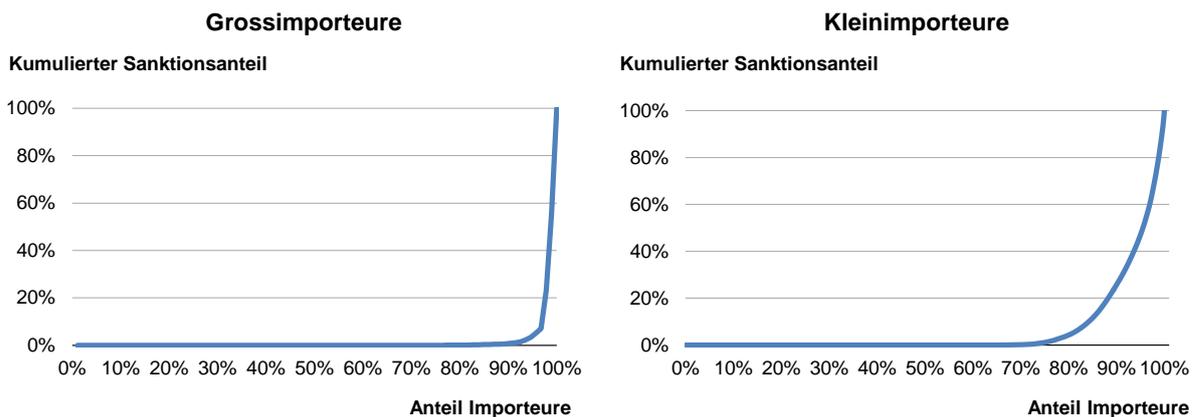


Abbildung 21: Verteilung der Sanktionslast bei Gross- und Kleinimporteuren 2015, Quelle: BFE Vollzugsdaten, eigene Berechnungen.

4.6 Bedeutung von Vollzugsmodalitäten

4.6.1 Einführung und Methode

Effektiv – bei den jeweils geltenden Vollzugsmodalitäten – fielen bei den Grossimporteuren Sanktionsbeträge zwischen 0.2 Mio. CHF (2014) und 10.8 Mio. CHF (2015) an. Der deutliche Anstieg der Sanktionsbeträge im Jahr 2015 ist primär auf das auslaufende Phasing-in zurückzuführen. Die Auswirkungen der Vollzugsmodalitäten auf die Sanktionen und somit auf die Anreize zur CO₂-Absenkung werden in den folgenden Unterkapiteln diskutiert. Dabei werden die effektiven (ungewichteten) CO₂-Emissionen der Fahrzeuge eines Importeurs, bzw. die zugrunde liegende Flotte, nicht variiert. Mögliche

²⁴ Aus abrechnungstechnischen Gründen (Berücksichtigung von provisorischen Grossimporteuren, Zahlungsausfälle aufgrund von Konkursen, etc.) können sich geringe Unterschiede zu den in den Faktenblättern (z.B. BFE, 2015a) enthaltenen Beträgen ergeben.



Verhaltensänderungen der Importeure werden nicht modelliert. Die ausgewiesenen Effekte basieren auf der Variation der Vollzugsmodalitäten.

4.6.2 Phasing-in und Supercredits

Die Vollzugsmodalitäten Supercredits und Phasing-in erlaubten es den Importeuren, zwischenzeitlich stark emittierende Fahrzeuge zu importieren, ohne dass dafür Sanktionen anfielen. Tabelle 8 zeigt auf, wie viel höhere Sanktionsbeträge im Jahr 2014 hätten bezahlt werden müssen, wenn die Supercredits und das Phasing-in weggefallen wären (Daten für die Jahre 2012 und 2013 befinden sich im Anhang G). Effektiv angefallen sind 2014 für die Grossimporteure Sanktionen in der Höhe von lediglich 0.2 Mio. CHF. Die Ergebnisse der Variantenkombinationen zeigen, dass sich die anfallenden Sanktionsbeträge vor allem beim Aussetzen des Phasing-in deutlich erhöht hätten, je nach gleichzeitiger Gewichtung der Supercredits auf 242-292 Mio. CHF. Die Supercredits haben demgegenüber geringere Auswirkungen auf die Sanktionen – bei den gegenwärtig noch tiefen LEV-Anteilen (0.8 % im Jahr 2014; siehe Tabelle 12 in Anhang E): Ohne Supercredits, d.h. bei Gewichtung der LEV mit einem Faktor 1.0, wären die Sanktionsbeträge 2014 von 0.2 auf 1.3 Mio. CHF gestiegen.

Um den Effekt von sehr effizienten Fahrzeugen mit CO₂-Emissionen von <50g CO₂/km auf die Sanktionen abschätzen zu können, wurde zusätzlich ein Szenario betrachtet, in dem besonders effiziente Fahrzeuge über alternative Fördergefässe unterstützt und somit nicht bei den CO₂-Emissionsvorschriften angerechnet worden wären. Wären die LEV bei der Sanktionsberechnung ganz weggelassen worden, wären 2014 ceteris paribus 11.5 Mio. CHF an Sanktionen angefallen. Wäre in diesem Szenario zusätzlich 2014 die gesamte Flotte angerechnet worden (d.h. kein Phasing-in), so hätte sich auch der Wegfall der LEV stärker ausgewirkt.

Vollzugsvarianten für 2014	keine Supercredits	Supercredits = 2.5	ohne Anrechnung LEV
kein Phasing-in (100 % der Flotte sanktionsrelevant)	291.7	241.6	346.8
Effektiv (80% der Flotte sanktionsrelevant)	1.3	0.2	11.5

Tabelle 8: Sensitivitätsanalyse der Sanktionen der Grossimporteure in Mio. CHF unter verschiedenen Phasing-in und Supercredits-Annahmen, 2014; Quelle: Vollzugsdaten BFE, eigene Berechnungen

Insgesamt zeigen die Modellrechnungen die überragende Bedeutung des Phasing-in für die Sanktionshöhe. Die Nicht-Berücksichtigung eines bedeutenden Anteils der importierten Flotten in einer Übergangsphase hat dazu geführt, dass nur sehr geringe Sanktionen angefallen sind und dass die CO₂-Absenkung in einer Einführungsphase schwächer ausfiel. Mit Auslaufen des Phasing-in im Jahr 2015 erhöhten sich die Sanktionsbeträge für die Grossimporteure deutlich, während sich die Absenkung der CO₂-Emissionen verstärkte. Die Supercredits haben auch noch im Jahr 2015 zu einer Verminderung des sanktionsrelevanten CO₂-Werts um rund 1 g/km geführt. Im Endeffekt haben beide Modalitäten die Erreichung des ungewichteten Flottenziels verzögert und damit vorübergehend die CO₂-Reduktion abgeschwächt. Wie oben erwähnt, ist dabei zu beachten, dass im Rahmen dieser Sensitivitätsrechnungen keine Verhaltensänderungen der Importeure modelliert werden konnten und somit allfällige Lenkungseffekte der Sanktionen nicht direkt abgebildet sind. Die Werte in Tabelle 8 stellen daher eine Obergrenze dar, da die Importeure vermutlich auf anders ausgestaltete Modalitäten mit einer veränderten Angebotspalette reagieren würden.



4.6.3 Spezialziele für Klein- und Nischenherstellerefahrzeuge

Fahrzeuge von Klein- und Nischenherstellern (siehe Liste in Anhang F) können die Importeure mit Spezialzielen abrechnen. Die Spezialziele für Klein- und Nischenherstellerefahrzeuge beruhen auf Vorgaben aus der EU. Einzelne Marken von Klein- und Nischenherstellern haben in der Schweiz deutlich höhere Marktanteile als in der EU. In die Kategorie der Klein- und Nischenherstellerefahrzeuge fallen in den Jahren 2012-2015 zwischen 5 und 8 % der Neuzulassungen (siehe Tabelle 4).

Die Abbildung 22 zeigt, dass die CO₂-Emissionen der mit Spezialzielen abgerechneten PW höher sind als die der gemischt abgerechneten Fahrzeuge. 2013-2015 wiesen die Klein- und Nischenherstellerefahrzeuge um 12-14 g höhere CO₂-Emissionen pro Kilometer auf als die übrigen Fahrzeuge. 2012 war die Liste der Klein- und Nischenherstellerziele noch deutlich weniger umfangreich (siehe Anhang F) und beinhaltete ausschliesslich Marken mit hohen bis sehr hohen Spezialzielwerten (und hohen CO₂-Emissionen), dementsprechend lag 2012 der mittlere CO₂-Wert der Klein- und Nischenherstellerefahrzeuge deutlich höher als in den nachfolgenden Jahren (siehe Abbildung 22). Aufgrund der kleinen Anteile von Klein- und Nischenherstellerefahrzeugen ist deren Einfluss auf die ungewichteten spezifischen Emissionen der Gesamtneuwagenflotte gering. Diese erhöhten sich um maximal 1 g CO₂/km wenn die Klein- und Nischenherstellerefahrzeuge mitberücksichtigt werden.

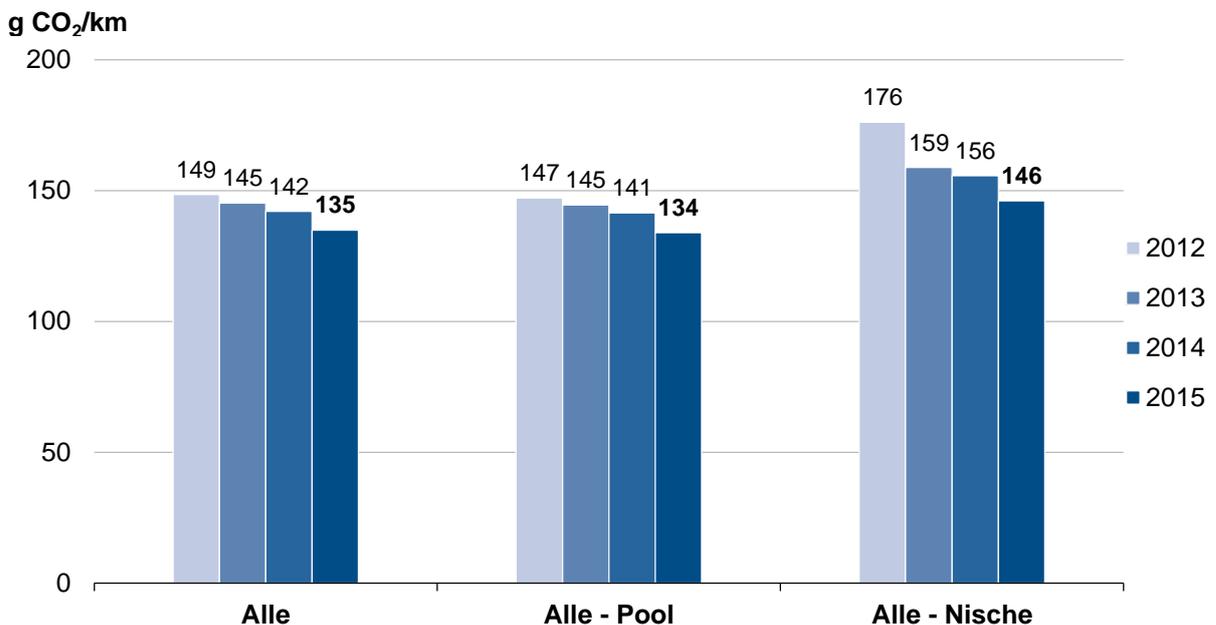


Abbildung 22: Mittlere (ungewichtete) CO₂-Emissionen nach gemischter Abrechnung („Pool“) und Klein-/Nischenherstellern („Nische“), 2012-2015; Quelle: BFE Vollzugsdaten.

Bei einem Wegfall der Spezialziele wären unter der effektiven Flottenstruktur noch höhere Sanktionen angefallen. Beständen für die Importeure Möglichkeiten, um Sanktionen bei diesen Fahrzeugen zu vermeiden? Um diese Frage zu beantworten, wurden Szenarienberechnungen²⁵ durchgeführt, welche gezeigt haben, dass die Importeure insgesamt genügend Reserven (bzw. Zielwertunterschreitungen) zur Vermeidung von Sanktionen hätten. Mit entsprechender Optimierung der Zusammenschlüsse zu

²⁵ In einem Szenario wurden die Fahrzeuge der Klein-/Nischenhersteller bestehenden Pools zugewiesen, in einem anderen wurden sämtliche Fahrzeuge (gemischte Abrechnung und Klein-/Nischenhersteller) in einem einzigen, fiktiven Pool zusammengefasst.



EG hätten im Bedarfsfall, also auch bei einem Wegfall von Spezialzielen, Sanktionen gänzlich vermieden werden können.

4.6.4 Anrechnung Biogas-Anteil

Bei Gasfahrzeugen wurde eine Reduktion des g CO₂/km-Werts um 10 % angerechnet (Anrechnung von emissionsfreiem Biogas-Anteil). Der Einfluss dieser Emissionsreduktion auf die sanktionsrelevanten CO₂-Werte ist marginal (siehe Tabelle 9). Wie bei den LEV sind auch diese Ergebnisse auf die geringen Anteile dieser Fahrzeuge in der Neuwagenflotte zurückzuführen.

Die Sanktionsberechnungsregeln (Zielvorgabenabweichungen werden auf ganze Werte abgerundet) können zu Sprungeffekten führen, indem die Berücksichtigung der Biogas-Reduktion in gewissen Fällen zu einer Veränderung der Zielvorgabenabweichung von einem ganzen Gramm führt (z.B. wenn die Abweichung von 2.98 auf 3.02 g CO₂/km steigt. Dieser Umstand erklärt, dass die in Tabelle 9 ausgewiesenen marginalen Differenzen der gewichteten CO₂-Emissionen der Berechnungen mit und ohne Biogaskorrektur nicht direkt mit den Differenzen der Sanktionen korrespondieren.

Variante	2012	2013	2014	2015
Differenz gew. CO ₂ -Emissionen o. Reduktion Gasfahrzeuge zu effektiven Emissionen (in g CO ₂ /km)	0.04	0.03	0.04	0.03
Sanktionen in Mio. CHF				
Effektive Sanktionen der Grossimporteure (inkl. Reduktion Gasfahrzeuge 10%)	0.412	2.454	0.175	10.759
Ohne Reduktion Erdgasfahrzeuge	0.413	2.465	0.177	10.759
Differenz absolut (in Mio. CHF)	0.001	0.011	0.002	0.000
Differenz relativ (in %)	0.1%	0.5%	1.1%	0.0%

Tabelle 9: Gewichtete CO₂-Emissionen und Sanktionen in Mio. CHF mit und ohne Reduktion der Erdgasfahrzeuge, 2014; Quelle: Vollzugsdaten BFE, eigene Berechnungen.

4.6.5 Einfluss der Modalitäten auf die effektiven CO₂-Emissionen

Die Vollzugsmodalitäten sind u.a. ein Resultat der politischen Diskussionen im Rahmen der Erarbeitung des CO₂-Gesetzes bzw. der –Verordnung in der EU und der Schweiz. Sie führten letztlich zu einer breiten Akzeptanz der Vorschriften, auch seitens der Importeure. Allerdings führen sie auch zu einer Abschwächung des Instruments und damit zu einem geringeren Rückgang der CO₂-Emissionen, da sie im Endeffekt eine abgemilderte Sanktionsberechnung bedeuten. Die Reaktionsmuster der Importeure auf abweichende Vollzugsmodalitäten werden hier nicht modelliert, es sind aber verschiedene Reaktionen möglich:

- Die Importeure hätten die zusätzlich anfallenden Sanktionen – z.B. bei Wegfallen des Phasing-in – bezahlt bzw. ihren Kunden überwältzt: Je nachdem wie die Kunden auf die Preiserhöhung reagieren, wären effizientere Fahrzeuge verkauft worden und die mittleren CO₂-Emissionen dadurch gesunken.
- Die Importeure hätten ihren Spielraum zur Optimierung der Sanktionen verstärkt genutzt – z.B. indem sie zusätzliche EG eingegangen wären. Abbildung 16 (und die Betrachtungen in Kapitel



4.2.2) zeigt, dass bei den Importeuren noch Reserven zur Kompensation von Zielvorgabenüberschreitungen vorhanden wären. Bei diesem Reaktionsmuster wären die effektiven CO₂-Emissionen nicht gesunken.

- Die Importeure hätten den Markt so zu beeinflussen versucht, dass die zusätzlichen Sanktionen vermieden würden. Damit verbunden wäre eine effektive Senkung der ungewichteten CO₂-Emissionen. Das Ausmass dieser Absenkung kann gemäss Tabelle 5 illustrativ für 2014 (bei 80 % Phasing-in und Supercredits = 3.5) abgeschätzt werden: Die effektiven, ungewichteten Emissionen aller Importeure liegen bei 142 g CO₂/km, der Durchschnitt der individuellen Zielvorgaben bei 133 g CO₂/km. Dementsprechend fallen in diesem Jahr auch nur bei einzelnen Importeuren Sanktionen an. Hätten die Importeure nicht von den Vollzugsmodalitäten bei der Emissionsberechnung Gebrauch machen können, hätten sie also im Mittel ihre CO₂-Emissionen um die 9 g CO₂/km (Zielabweichung der ungewichteten Emissionen) effektiv senken müssen.

Tatsächlich hätten die Importeure wahrscheinlich eine Mischung aus den oben genannten Reaktionsmustern gezeigt. Die Verläufe der CO₂-Emissionen in Abbildung 5 und Abbildung 15 zeigen, dass grundsätzlich die Mehrheit der Importeure daran interessiert ist, mittels einer Steuerung der Neuwagenflotte Sanktionen möglichst zu vermeiden, sei es aus finanziellen Überlegungen oder auch aus Gründen der Imagepflege und des Marketings.²⁶ Letztendlich entspricht dies auch der Zielsetzung der CO₂-Emissionsvorschriften, die nicht darin besteht, Sanktionsgelder einzuziehen, sondern eine Reduktion der effektiven CO₂-Emissionen zu erreichen.

4.6.6 Abtretungen

Kleinimporteure müssen ihre Fahrzeuge grundsätzlich einzeln abrechnen. Zwischen 2012 und 2015 lag die Zahl der einzeln abgerechneten Fahrzeuge bei rund 2'000 Fahrzeugen (vgl. Tabelle 4), die Sanktionslast pro Fahrzeug bei dieser Abrechnungsart lag jeweils über dem Durchschnitt (vgl. Tabelle 7). Die Anzahl der Kleinimporte nach CO₂-Gesetz entspricht nicht dem gesamten Direktimport in der Schweiz (Fahrzeuge ohne Typengenehmigung); auch gewerbliche Importeure und Grossimporteure im Sinne des CO₂-Gesetzes importieren Fahrzeuge direkt. Dieser Aspekt wird im Kapitel 5.1 behandelt.

Wie in Kapitel 2.2.9 beschrieben, haben Importeure die Möglichkeit, ihr Fahrzeug einem anderen Importeur abzutreten. Die Auswirkungen des Abtretungsmechanismus können nicht präzise quantifiziert werden. Einerseits aufgrund der privatrechtlichen Festlegung der Entschädigung zwischen dem abtretenden und dem übernehmenden Importeur, andererseits ist für die Vollzugsämter aus den heutigen Verzollungs- und Vollzugsdaten nicht nachvollziehbar, ob ein Fahrzeug von einem Grossimporteure auf eigene Rechnung oder im Auftrag eines abtretenden Importeurs zwecks CO₂-Sanktionsverminderung abgerechnet wurde. Seit 2012 haben sich diverse sogenannte CO₂-Börsen etabliert, welche die Übernahme von Einzelfahrzeugen in die Flottenabrechnung gewerblich anbieten.²⁷ Andererseits wurden Abtretungen auch bereits von Generalimporteuren genutzt, wie das Beispiel der Versteigerung von

²⁶ Eine Studie der ETH Zürich im Auftrag des BAFU (Alberini et al., 2016) untersuchte die Absenkungen der mittleren CO₂-Emissionen auf Markenebene von 2005 bis 2014 und erkannte Anzeichen, dass von 2012 bis 2014 die CO₂-Emissionen von stark emittierenden Fahrzeugen, welche aufgrund der Phasing-in Kriterien nicht für die Zielerreichung massgebend waren, weniger stark sanken als die CO₂-Emissionen der Fahrzeuge, welche für die Zielerreichung relevant waren. Dies kann auf ein strategisches Verhalten der Importeure hindeuten. Einerseits sind stark emittierende Fahrzeuge meist schwerer und dienen somit dazu die Zielvorgabe zu erhöhen, sprich zu erleichtern, und andererseits sind diese Fahrzeuge meist stärker motorisiert und teurer und bringen dem Importeur eine höhere Gewinnmarge.

²⁷ Die EnergieSchweiz-Website des BFE listet ohne Anspruch auf Vollständigkeit jene CO₂-Börsen auf, welche eine Erwähnung wünschen: <http://www.energieschweiz.ch/mobilitaet/co2-zielwert-fuer-personenwagen/co2-boersen.aspx>



Zielvorgaben-Übereerfüllungen durch Tesla zeigt.²⁸ Die Vollzugsämter schätzen, dass jährlich gesamt-haft wenige Tausend Fahrzeuge zwischen Importeuren abgetreten wurden.

5. Auswirkungen der CO₂-Emissionsvorschriften

5.1 Erzielte gesamte CO₂-Emissionsreduktionen

Der Fokus der CO₂-Emissionsvorschriften und der bisherigen Betrachtungen liegt auf den spezifi-schen CO₂-Emissionen der Neufahrzeuge in Gramm pro Kilometer. Klimapolitisches Oberziel ist die Verringerung der gesamten CO₂-Emissionen aus dem Betrieb der PW-Flotte (Gesamtbestand). Diese Emissionen werden mit dem Emissionsmodell des Handbuchs für Emissionsfaktoren des Strassenver-kehrs berechnet (siehe INFRAS 2014a), wie es auch für Modellierungen in anderen Studien verwen-det wurde (z.B. für die Energieperspektiven des Bundes; Prognos, 2012). Massgebend für die Berech-nung der gesamten CO₂-Emissionen sind die Gesamtfahrleistungen, die fahrleistungsgewichtete Zu-sammensetzung der PW-Flotte, sowie die für den Realbetrieb korrigierte CO₂- bzw. Verbrauchseffizi-enzentwicklung der Neufahrzeuge; Einzelheiten zur Berechnungsmethodik sind in Prognos (2012) o-der BFE (2015b) zu finden.

Die statistischen Grundlagen für diese Emissionsberechnung werden für die jährliche Modellierung des Energieverbrauchs des Verkehrs im Rahmen der so genannten „Ex-Post“-Analyse des BFE (BFE 2015b, BFE 2016b) aufbereitet. Die Fahrleistungsentwicklung der PW-Gesamtflotte nach Treibstoffart und Hubraumklasse von 2011 bis 2015 ist in Abbildung 23 dargestellt: Sie ist von rund 51.6 Mrd. PW-km in 2011 bis 2015 um rund 7 % auf 55.2 Mrd. PW-km gestiegen. Der Fahrleistungsanteil der Diesel-PW ist zwischen 2012 und 2015 von rund 37 % auf 44 % angestiegen.²⁹

²⁸ <http://www.spiegel.de/auto/aktuell/tesla-versteigert-in-der-schweiz-co2-zertifikate-an-andere-autobauer-a-986155.html>

²⁹ Bei den Neufahrzeugen beträgt der Dieselanteil (bezogen auf die Anzahl Fahrzeuge) 2015 rund 39 %. Dieselfahrzeuge weisen im Durchschnitt höhere Fahrleistungen auf als Benzinfahrzeuge.

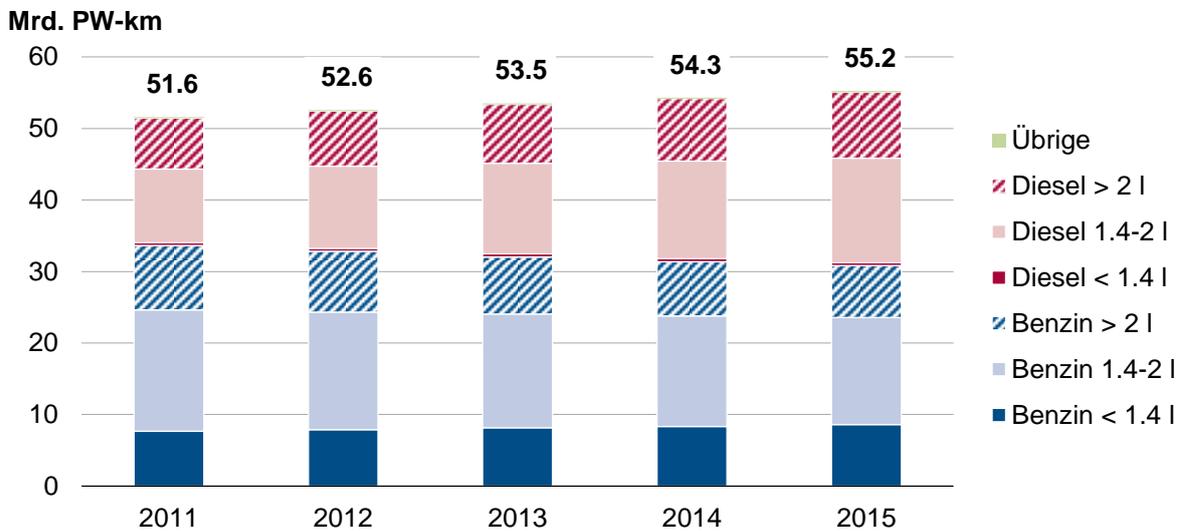


Abbildung 23: Fahrleistungen der PW (Gesamtbestand) nach Treibstoffart und Hubraumklasse, 2012-2015; Quelle: BFS (2015: eigene Schätzung) für die Gesamtfahrleistung; Segmentierung: BFE 2016.

Wie in Kapitel 3.1 erwähnt und in Anhang B detailliert beschrieben, unterscheiden sich die spezifischen CO₂-Emissionswerte aus der Typenprüfung (gemäss NEFZ) von den im Strassenbetrieb beobachteten (real-world) CO₂-Emissionen. Zur Vermeidung von Sanktionen haben die Fahrzeughersteller und Importeure einen Anreiz, ihre Fahrzeuge auf diesen Prüfzyklus hin zu optimieren. Diese Optimierungen führten in den letzten Jahren dazu, dass die beim Realbetrieb auf der Strasse erhobenen Verbräuche stärker als früher von den gemessenen Normverbräuchen abwichen, wie in Abbildung 24 dargestellt.

Abweichungen in %

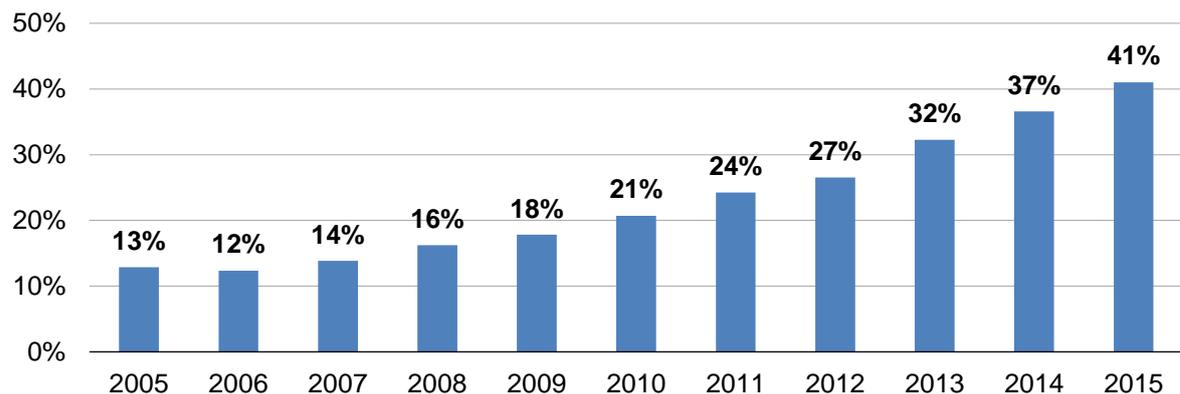


Abbildung 24: Abweichung der geschätzten Emissionen im Realbetrieb im Vergleich zu den auf dem Prüfstand gemessenen Emissionen (NEFZ) von 2005 bis 2015; Quelle: BFE (2016b), ICCT (2015), eigene Annahmen.

Die zunehmende Abweichung zwischen den durchschnittlichen gemessenen CO₂-Normemissionen gemäss NEFZ und der geschätzten real-world-CO₂-Emissionen nach ICCT (2015a) der jährlichen Neuzulassungen bedeutet, dass die tatsächlichen Emissionen weniger stark abgenommen haben als die gemessenen CO₂-Normemissionen, wie in Abbildung 25 ersichtlich.

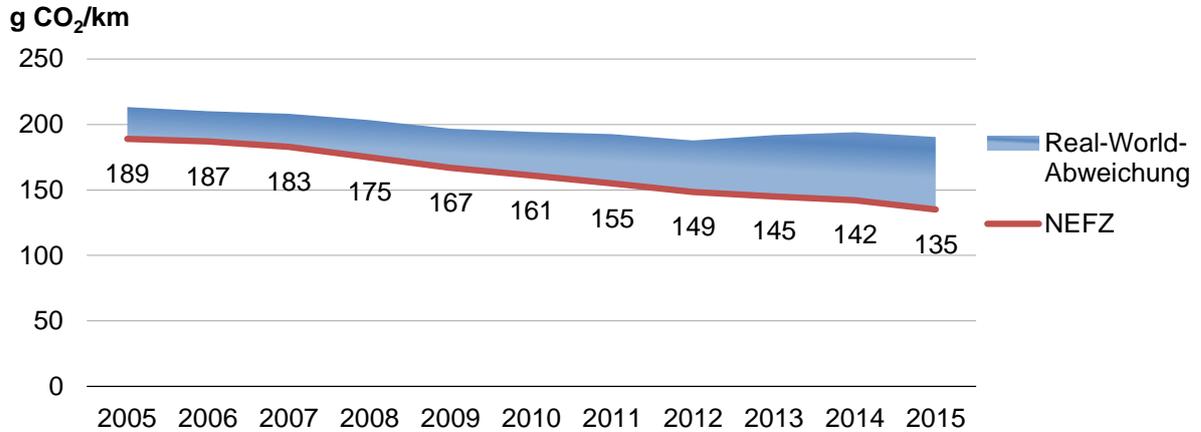


Abbildung 25: Absenkung der CO₂-Emissionen der neu zugelassenen Fahrzeuge, gemessen nach NEFZ und geschätzt nach Realverbrauch von 2005 bis 2015; Quelle: BFE (2016b), ICCT (2015), eigene Annahmen.

Auf Basis der Fahrleistungen und der mittleren CO₂-Emissionen der Gesamtflotte lassen sich die gesamten CO₂-Emissionen der Personenwagenflotte 2012-2015 modellieren. Abbildung 26 zeigt die Resultate dieser Modellierung. Unter Berücksichtigung der Realbetriebskorrektur bei den Neufahrzeugen stossen 2015 die PW insgesamt rund 11.3 Mio. t CO₂ aus. Dies entspricht einer Zunahme gegenüber 2012 von rund 0.9 %. Wäre die Effizienzentwicklung den Emissionsfaktoren aus der Typenprüfung gefolgt (NEFZ), dann hätten sich in der Zeitspanne 2011-2015 die Emissionen der PW leicht verringert auf 11.18 Mio. t CO₂. (-0.1 %).³⁰

Mio. t CO₂

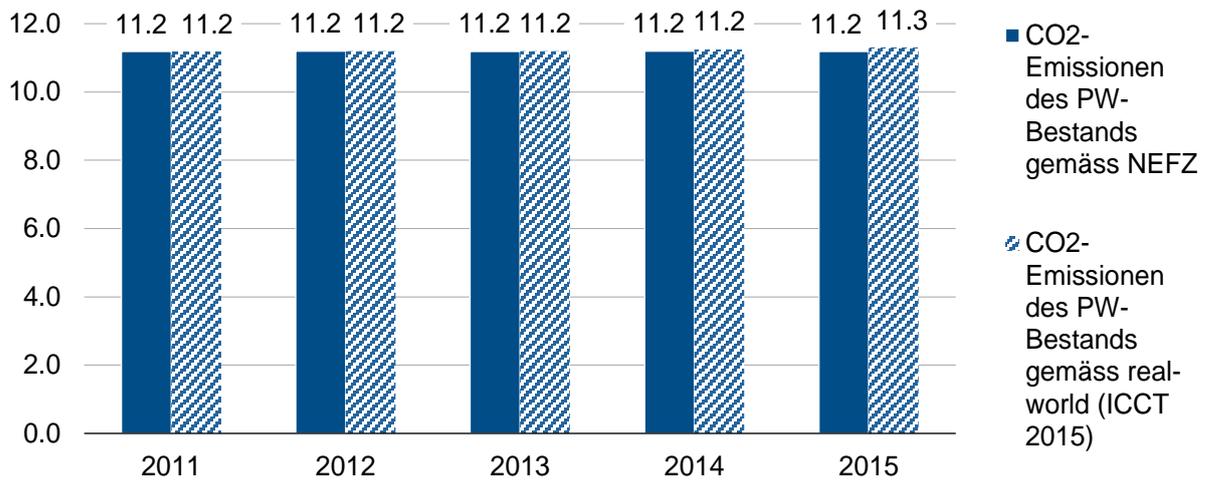


Abbildung 26: Gesamte CO₂-Emissionen des PW-Bestands (im warmen Betriebszustand), 2011-2015; Quelle: eigene Berechnungen.

³⁰ Diese Resultate sind in der Grössenordnung vergleichbar mit den Emissionen gemäss dem Schweizer Treibhausgasemissionsinventar nach Kyoto-Protokoll, beruhen aber auf aktualisierten Grundlagen (Fahrleistungen, Verbrauchsentwicklungen), wodurch sich entsprechende Abweichungen erklären lassen.



Die nachfolgende Abbildung 27 vergleicht die Entwicklung des Bestands an Personenwagen in der Schweiz, deren gesamthafte Fahrleistungen mit der Entwicklung der gesamten CO₂-Emissionen des Personenwagen-Bestands in der Schweiz gemäss NEFZ-Messung bzw. im Realbetrieb für den Zeitraum 2011 bis 2015.

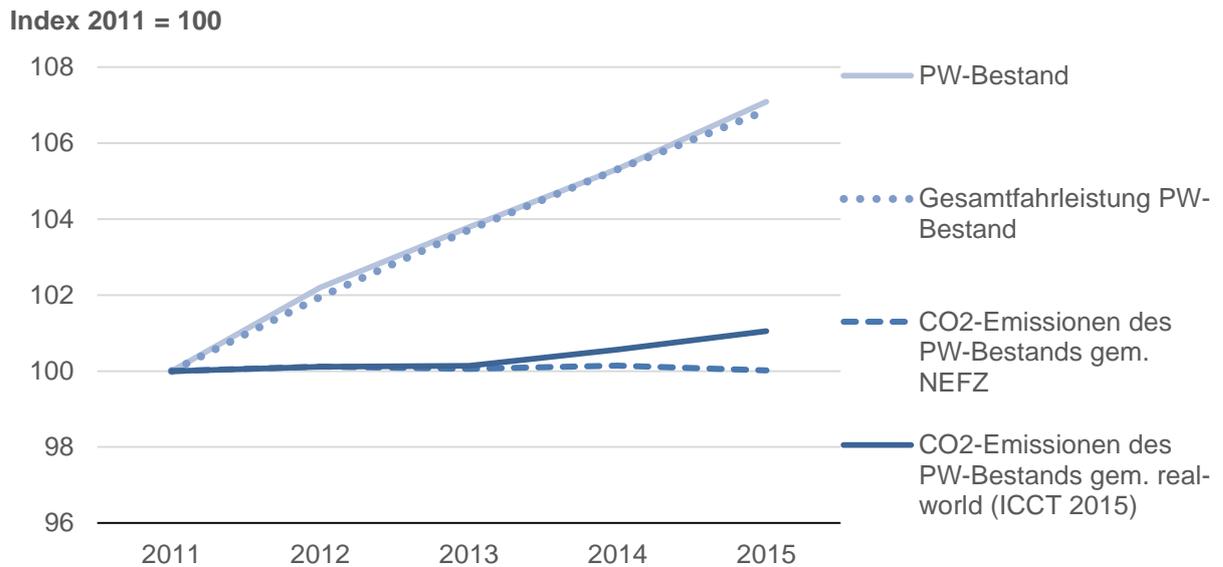


Abbildung 27: Entwicklung von Fahrzeugbestand und Fahrleistungen von Personenwagen sowie CO₂-Emissionen (im warmen Betriebszustand), 2011-2015; Quelle: BFS, eigene Berechnungen.

Abbildung 27 zeigt, dass sowohl Bestand wie auch Fahrleistungen von Personenwagen in der Schweiz im Zeitraum von 2011 (vor Einführung der CO₂-Emissionsvorschriften) bis 2015 um je ca. 7% angestiegen sind, währenddessen die CO₂-Emissionen der Personenwagen – quantifiziert nach NEFZ – ungefähr stabil blieben bzw. unter Berücksichtigung der real-world-Verbrauchszahlen um ca. 1% anstiegen.

Die gesamten CO₂-Emissionen im Verkehr sind bis anhin nicht im gewünschten Ausmass gesunken, dies nicht zuletzt aufgrund des Nachfragewachstums, der relativ langsamen Erneuerung der Fahrzeugflotte, aber auch wegen der zunehmenden Abweichung zwischen Norm- und Realverbrauch bei den Neuwagen. Gemäss dem nationalen Treibhausgasinventar, das sich auf den Treibstoffabsatz im Inland stützt, lagen im 2014 die Emissionen des Verkehrs noch rund 8% über dem Wert von 1990. Eine Erreichung des Zwischenziels für das Jahr 2015 für den Sektor Verkehr (Stabilisierung auf dem Niveau von 1990) scheint aus heutiger Sicht aufgrund des starken Rückgangs des Tanktourismus nach Aufhebung des EUR/CHF-Mindestkurses Anfang 2015 möglich (siehe Fussnote 3).

Die CO₂-Emissionsvorschriften haben schlussendlich dazu beigetragen, die Zunahme des gesamten CO₂-Austosses aus dem Verkehrssektor trotz deutlich gestiegenem Personenwagenbestand und damit einhergehenden höheren Gesamtfahrleistungen zu dämpfen.



5.2 Auswirkungen auf Parallel- und Direktimporte und Occasionsfahrzeuge

Im importbasierten Schweizer PW-Markt spielen Parallel- und Direktimporte eine nicht unbedeutende Rolle. Es handelt sich dabei um Fahrzeuge mit einer Parallel- oder keiner Schweizer Typengenehmigung, also um Fahrzeuge, die nicht über einen Generalimporteur in die Schweiz kommen. Diese Importwege werden sowohl von Privaten als auch von gewerblichen Importeuren, und auch von Grossimporteuren im Sinne des CO₂-Gesetzes, genutzt.

Die Einführung der CO₂-Emissionsvorschriften weckte Befürchtungen, dass die Parallel- und Direktimporteure benachteiligt werden könnten gegenüber den grösseren Importeuren und offiziellen Markenvertretern. Dies hing einerseits mit der Einzelabrechnung bei Kleinimporteuren zusammen, andererseits mit der Ausgestaltung des Geltungsbereichs nach Art. 17 der CO₂-Verordnung, der auch Occasionsfahrzeuge, bei denen die Erstinverkehrsetzung im Ausland und die Verzollung in der Schweiz höchstens sechs Monate auseinanderliegen, einschliesst.

Betreffend des Geltungsbereichs kann das UVEK nach Art. 17 die Verordnung anpassen, wenn einerseits die Frist von sechs Monaten dazu führt, dass der Anteil direkt und parallel importierter Neuwagen unter Berücksichtigung von Wechselkurs- und weiteren Effekten stark einbrechen würde, oder viele „reale“ Occasionen mit hohen Fahrleistungen wenige Monate nach ihrer Erstzulassung im Ausland in der Schweiz sanktioniert würden. Andererseits kann die relevante Frist verlängert werden, wenn Missbrauch auftritt. Als Missbrauch wird gewertet, wenn Neuwagen in grossen Zahlen im Ausland erstmals zugelassen und vor der Verzollung in der Schweiz zurückgehalten werden, um die Bezahlung einer Sanktion zu umgehen.

Das BFE hat diese Aspekte seit dem 3. Quartal 2012 überwacht und die Resultate jährlich mit den interessierten Kreisen geteilt. Dieses Monitoring über die Berichtsjahre 2012-2015 hat gezeigt, dass die Anzahl realer Occasionen mit einer Fahrleistung von über 2'000 Kilometer mit Erstzulassung im Ausland, welche unter die Schweizer CO₂-Emissionsvorschriften fallen, im tiefen dreistelligen Bereich lag und somit gering war. Die Abbildung 28 illustriert, dass die Marktanteile des Parallel- und Direktimports bei Neuwagen (ohne solche mit ausländischer Erstzulassung) stark mit den Wechselkursen und der Preissetzung der offiziellen Absatzkanäle korrelieren und dass die Einführung der CO₂-Emissionsvorschriften vor allem zu starken kurzfristigen Einführungseffekten führte. Der Marktanteil für Parallel- und Direktimporte hat sich seit der Einführung der CO₂-Emissionsvorschriften bei einem Marktanteil von rund 7 % stabilisiert und liegt damit über dem langjährigen Durchschnitt vor der Einführung der CO₂-Emissionsvorschriften (Fahrzeuge mit ausländischer Erstzulassung sind zum allergrössten Teil Direktimporte). Die meisten dieser Parallel- und Direktimporte werden in grossen Flotten abgerechnet und unterliegen damit denselben Bedingungen wie die Fahrzeuge von Generalimporteuren, unter Umständen besteht wegen der Herstellerunabhängigkeit sogar grössere Flexibilität.

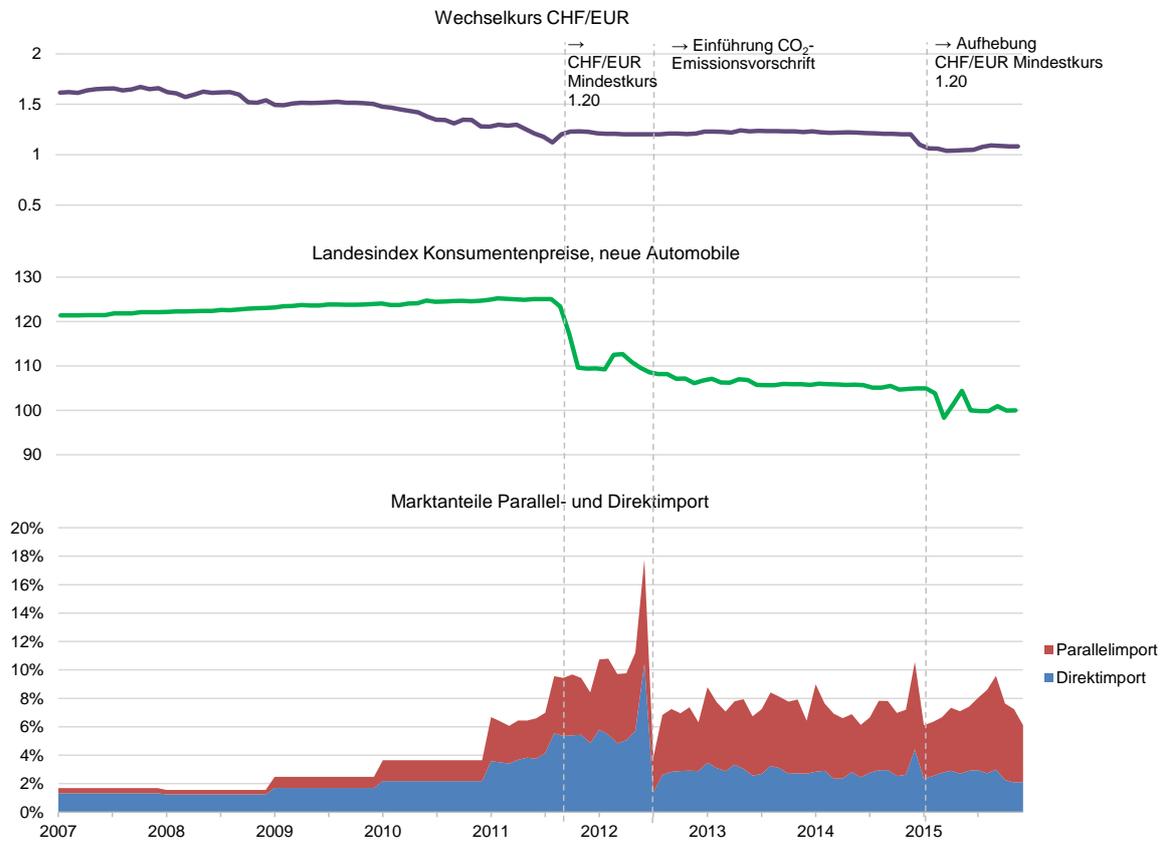


Abbildung 28: Gegenüberstellung von CHF/EUR-Wechselkurs, Landesindex der Konsumentenpreise der neuen Automobile (Dezember 2015=100) und Marktanteilen von Direkt- und Parallelimporteurern (Jahresdurchschnitte 2007-2010, Monatswerte 2011-2015). Datenquelle: SNB, BFS, ASTRA/BFE.

Abbildung 29 zeigt die Anzahl der Occasionsfahrzeuge nach der für den Geltungsbereich relevanten Frist zwischen Erstzulassung im Ausland und Verzollung in der Schweiz. Die Anzahl der Occasionsfahrzeuge ist zwischen 2011 und 2015 nicht eingebrochen. Andererseits zeigt die Abbildung, dass Fahrzeuge zwischen 2012 und 2015 vermehrt nach Ablauf der relevanten Frist zugelassen werden, dies jedoch auf tiefem absolutem Niveau. Angesichts der gewonnenen Erkenntnisse hat das UVEK zwischen 2012 bis 2015 den Geltungsbereich nicht angepasst.

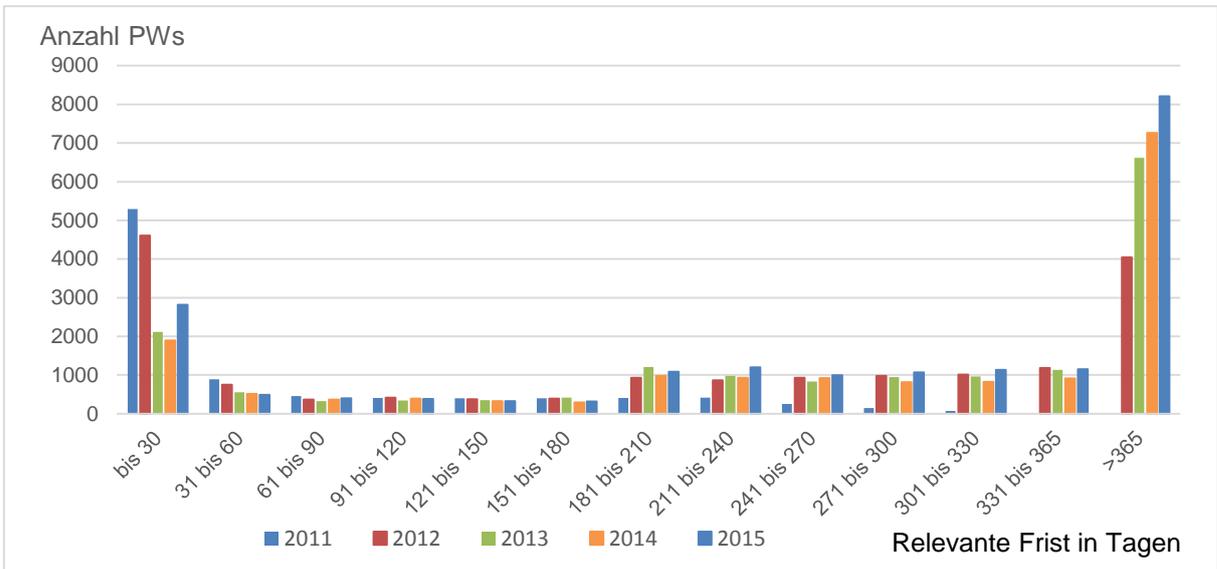


Abbildung 29: Fahrzeuge mit vorgängiger Erstzulassung im Ausland nach relevanter Frist zwischen Erstzulassung im Ausland und Verzollung in der Schweiz, aufgeteilt nach dem Jahr der Verzollung in der Schweiz. Quelle: ASTRA/BFE.



6. Fazit

6.1 Erfolg der Massnahme

Das nominelle Ziel der CO₂-Emissionsvorschriften, nämlich die Absenkung des Normausstosses aller jährlich neu in Verkehr gesetzten Personenwagen auf durchschnittlich 130 g CO₂/km bis Ende 2015 ohne die Berücksichtigung von importeursspezifischen Vollzugsmodalitäten, wurde mit 135 g/km im Jahr 2015 verfehlt. Im Vergleich zu den neuen PW in der EU, wo derselbe Zielwert gilt, war die Ausgangslage für die Schweizer Automobilbranche mit 149 g CO₂/km im 2012 entsprechend anspruchsvoller (EU 2012: 132 g CO₂/km).

Werden für die Zielerreichung die importeursspezifischen, bei der Sanktionsberechnung geltenden Vorgaben herangezogen, so wurden die Ziele weitestgehend erreicht. Dies zeigt sich an den geringen Überschreitungen der individuellen Zielvorgaben und den geringen Sanktionsbeträgen in den Jahren 2012-2015. Die individuellen Zielvorgaben liegen aufgrund der Leergewichtskomponente und den Spezialzielen für Klein- und Nischenhersteller durchwegs über dem durchschnittlichen Zielwert von 130 g CO₂/km. Andererseits wurden die importeursspezifischen CO₂-Emissionen aufgrund von Phasing-In, Supercredits und Biogas-Anrechnung zwischenzeitlich etwas milder berechnet als das ungewichtete Flottenmittel.

Dieser Bericht kann keine abschliessende Aussage darüber machen, welche Entwicklung ohne die verbindlichen CO₂-Emissionsvorschriften stattgefunden hätte. Die Daten zeigen jedoch, dass die CO₂-Emissionsvorschriften insgesamt dazu geführt haben, dass die Importeure vermehrt Anstrengungen unternahmen, die CO₂-Emissionen ihrer Flotten zu reduzieren. Ersichtlich ist dies an der höheren Absenkungen bei den sanktionsrelevanten und den tieferen Absenkungen bei den ausgenommenen Flottenanteilen, an der zeitlichen Entwicklung der durchschnittlichen CO₂-Emissionen insbesondere im Vollzugsjahr 2015 und am Vergleich mit der Periode der freiwilligen Vereinbarung zur Verbrauchsabsenkung.

Die zeitlichen Verläufe der CO₂-Emissionen und die aktive Bewirtschaftung der sanktionsrelevanten Flottenanteile zeigen, dass die Mehrheit der Importeure daran interessiert ist, Sanktionen möglichst zu vermeiden, sei es aus finanziellen Überlegungen aber auch aus Gründen der Imagepflege und des Marketings. Die Tatsache, dass dennoch jährliche Sanktionen im tieferen einstelligen Millionenbereich erhoben worden sind, zeigt aber auch, dass – zumindest bei einzelnen Importeuren – keine einschneidenden Massnahmen ergriffen wurden, um Sanktionen komplett zu vermeiden. Dies wären etwa die Gründung neuer Zusammenschlüsse von grossen Importeuren (Reserven zur Kompensation von Zielvorgabenüberschreitungen wären vorhanden) oder Lieferstopps bei stark emittierenden Modellen. In gewissen Fällen dürfte daher der Margenbeitrag von hochpreisigen Modellreihen sowie die Erhaltung von Marktanteilen die Wirkung der Sanktion überstiegen haben.

Im übergeordneten Rahmen der Klimapolitik dienen die CO₂-Emissionsvorschriften dazu, die gesamten CO₂-Emissionen des Verkehrssektors zu reduzieren. Da die Massnahme aber nicht direkt beim CO₂-Ausstoss, sondern beim Fahrzeug ansetzt, sind die gemessenen Normverbräuche für die Zieleinhaltung relevant. Die Fahrzeughersteller und Importeure haben dadurch einen Anreiz, die Fahrzeuge für den Messzyklus zu optimieren, was zwar zur Erreichung der Zielvorgaben führt, nicht aber im gleichen Umfang auch zu CO₂-Absenkungen im realen Betrieb. Die CO₂-Emissionsvorschriften sind deshalb in Bezug auf die effektive Reduktion der CO₂-Emissionen eine Second-Best-Massnahme. Ferner



sind der PW-Bestand und damit die Gesamtfahrleistungen weiter angestiegen. Die CO₂-Emissionsvorschriften haben allerdings mit dazu beigetragen, die weitere Zunahme des gesamten verkehrsbedingten CO₂-Ausstosses zu dämpfen.

Die Marktanteile von emissionsarmen Personenwagen (LEV) haben seit der Einführung der Emissionsvorschriften stark zugenommen. Aufgrund des zeitgleichen technologischen und angebotsseitigen Fortschritts und dem Fehlen einer Kontrollgruppe ist es jedoch kaum möglich, den genauen Effekt der Förderung durch die CO₂-Emissionsvorschriften zu beziffern.

Ferner wurden die weiteren Auswirkungen auf den Schweizer Automarkt dargestellt. Bedenken, dass das Branchenwachstum und die Wettbewerbsintensität zwischen und innerhalb der Marken gehemmt werden, haben sich nicht bewahrheitet. Gewisse vollzugsbedingte Marktverzerrungen gerade bei Import von Einzelfahrzeugen sind zu verzeichnen, die Marktanteile von Parallel- und Direktimporteuren haben sich trotz der Einführung der CO₂-Emissionsvorschriften auf einem Niveau über dem langjährigen Durchschnitt vor der Einführung stabilisiert.

6.2 Optimierungsmöglichkeiten

Im Rahmen des ersten Massnahmenpakets der Energiestrategie 2050 ist die Weiterführung der CO₂-Emissionsvorschriften mit strengeren Zielwerten für die neuen PW (95 g/km) und neuen Zielwerten für LNF (147 g/km) per 2020 vorgesehen. Die Massnahmengestaltung soll sich weiterhin an der EU-Politik ausrichten. Im Schweizer Kontext sind aus den bisherigen Vollzugserfahrungen verschiedene Optimierungen angezeigt:

- Für die Erhebung des CO₂-Ausstosses sind präziser definierte Messverfahren und ein realitätsnäherer Zyklus zu verwenden. Damit sollen die Voraussetzungen dafür geschaffen werden, dass sich weitere Normverbrauchsabsenkungen längerfristig auch im realen Fahrzeugbetrieb realisieren können. In der EU soll im 3. Quartal 2017 der neue Zyklus WLTP eingeführt werden, ebenso Messungen mit portablen Messgeräten im realen Strassenverkehr, letzteres vorerst für die Ermittlung des Schadstoffausstosses. Die Schweiz sollte diese Änderungen verfolgen und zeitnah umsetzen.
- Um eine systematische Abweichung zwischen den Zielvorgaben der einzelnen Importeure und dem durchschnittlich geforderten Zielwert zu vermeiden, soll künftig das Referenzleergewicht $M_{t,2}$ mit den im Vollzug geltenden Werten berechnet werden. Diese Praxisänderung kann im Rahmen der bestehenden gesetzlichen Grundlagen umgesetzt werden.
- Die Vollzugsresultate der CO₂-Emissionsvorschriften der einzelnen Importeure und Emissionsgemeinschaften sollten offengelegt werden, wie dies in der EU bereits heute der Fall ist. Damit kann die Transparenz gegenüber der Öffentlichkeit erhöht und die Sensibilisierung der Käufer verstärkt werden.
- Einführungsmodalitäten wie Phasing-in und Supercredits sollen, unter Berücksichtigung der Schweizer Ausgangslage, künftig so schlank wie möglich gehalten werden, um die Absenkung der CO₂-Emissionen nicht unnötig zu verzögern.
- Daten zu den Emissionen der Treibstoff- und Strombereitstellung (Well-to-Wheel) sowie zu Produktion und Recycling von Fahrzeugen und deren Komponenten sind mittelfristig als Zielgrösse einzubeziehen. Diese konzeptionellen Überlegungen erfolgen in der EU bereits im Rahmen der



Vorbereitungsarbeiten für die Periode ab 2025. Die Schweiz sollte diese Entwicklung eng mitverfolgen und gegebenenfalls nachvollziehen.

- Da die CO₂-Emissionsvorschriften letztlich nur den spezifischen Ausstoss der Neufahrzeuge regeln, sind ergänzende Massnahmen, etwa im Treibstoffbereich, wichtig. Die heute bewährte teilweise Kompensationspflicht für die Treibstoffimporteure soll deswegen weitergeführt und ausgebaut werden. Darüber hinaus wäre eine Quotenregelung für die Reduktion der CO₂-Intensität im Treibstoffmix denkbar, wie sie in der EU bereits in Form der Richtlinie zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen umgesetzt wird.
- Massnahmen zur Information und Sensibilisierung der Käufer sollen ergänzend ebenfalls weitergeführt und wo möglich noch besser auf die Kundenbedürfnisse zugeschnitten werden, damit die Zielerreichung nachfrageseitig durch den Bund unterstützt wird.



7. Referenzen

- Alberini, Anna, Markus Bareit and Massimo Filippini (2016). Economic analysis of policy measures to reduce CO₂ emissions of passenger cars in Switzerland. Bericht für das Bundesamt für Umwelt BAFU und das Bundesamt für Strassen ASTRA, Bern, 2015.
- Bauer et al. (2015): The environmental performance of current and future passenger vehicles: Life Cycle Assessment based on a novel scenario analysis framework. Applied Energy, Volume 157, 1 November 2015, Pages 871–883.
- BFE (2009). Schweizer Autos sind immer noch zu durstig. Medienmitteilung, BFE, Bern, 2009. Abrufbar unter: <http://www.bfe.admin.ch/energie/00588/00589/00644/index.html?lang=de&msgid=26779>
- BFE (2013). Vollzug der CO₂-Emissionsvorschriften für Personenwagen 2012 - Faktenblatt, BFE 27.06.2013. Abrufbar unter: <https://www.newsd.admin.ch/newsd/message/attachments/31221.pdf>
- BFE (2014). Vollzug der CO₂-Emissionsvorschriften für Personenwagen 2013 - Faktenblatt, BFE 27.06.2014. Abrufbar unter: <https://www.newsd.admin.ch/newsd/message/attachments/35388.pdf>
- BFE (2015a). Vollzug der CO₂-Emissionsvorschriften für Personenwagen 2014 - Faktenblatt, BFE 11.6.2015. Abrufbar unter: <https://www.newsd.admin.ch/newsd/message/attachments/39826.pdf>
- BFE (2015b). Ex-Post-Analyse des schweizerischen Energieverbrauchs 2000 bis 2014 nach Bestimmungsfaktoren. Synthesebericht verfasst von Infrac AG, Bern, Prognos AG, Basel, TEP Energy GmbH, Bern, 2015. Abrufbar unter: [http://www.bfe.admin.ch/php/modules/publikationen/stream.php?extlang=de&name=de_911438648.pdf&endung=Ex-Post-Analyse des schweizerischen Energieverbrauchs 2000 bis 2014 nach Bestimmungsfaktoren](http://www.bfe.admin.ch/php/modules/publikationen/stream.php?extlang=de&name=de_911438648.pdf&endung=Ex-Post-Analyse+des+schweizerischen+Energieverbrauchs+2000+bis+2014+nach+Bestimmungsfaktoren)
- BFE (2016a). Vollzug der CO₂-Emissionsvorschriften für Personenwagen 2015 - Faktenblatt, BFE 16.6.2016. Abrufbar unter: <http://www.news.admin.ch/NSBSubscriber/message/attachments/44450.pdf>
- BFE (2016b). Energieverbrauch und Energieeffizienz der neuen Personenwagen 2015, 20. Berichterstattung im Rahmen der Energieverordnung, 16.6.2016. Abrufbar unter: <https://www.newsd.admin.ch/newsd/message/attachments/44457.pdf>
- De Haan, Peter und Rainer Zah (2013). Chancen und Risiken der Elektromobilität in der Schweiz. Mit Unterstützung durch das Bundesamt für Energie BFE, das Bundesamt für Strassen ASTRA sowie das Bundesamt für Umwelt BAFU. vdf Hochschulverlag 2013.
- EEA (2015). Monitoring CO₂ emissions from new passenger cars and vans in 2014. European Environment Agency (EEA); 2015.
- Gibson, Gena, Sujith Kollamthodi, Felix Kirsch, Elisabeth Windisch, Charlotte Brannigan, Ben White, Eugenia Bonifazi, Outi Korkeala und Ian Skinner (2015). "Evaluation of Regulation 443/2009 and 510/2011 on the reduction of CO₂ emissions from light-duty vehicles". Study contract no 071201/2013/664487/ETU/CLIMA.C.2. Final Report, im Auftrag der Europäischen Kommission (DG CLIMA), Brüssel 8. April 2015. Abrufbar unter: http://ec.europa.eu/clima/policies/transport/vehicles/docs/evaluation_ldv_co2_regs_en.pdf
- ICCT (2015a). "From laboratory to road – a 2015 update of official and „real-world“ fuel consumption and CO₂ values for passenger cars in Europe". White paper, International Council on Clean Transportation, September 2015. Abrufbar unter: http://www.theicct.org/sites/default/files/publications/ICCT_LaboratoryToRoad_2015_Report_English.pdf
- ICCT (2015b) Real-world fuel consumption of popular European passenger car models. Working paper 2015-8, International Council on Clean Transportation, Dezember 2015. Abrufbar unter: http://www.theicct.org/sites/default/files/publications/ICCT_Real-worldFC-EUcars_28122015.pdf



- INFRAS (2014a). Handbuch Emissionsfaktoren des Strassenverkehrs, Version 3.2 (Software und Berichte, www.hbefa.net); im Auftrag des Bundesamts für Umwelt BAFU Bern; des Umweltbundesamts Deutschlands Berlin, des Umweltbundesamts Österreichs Wien; der Schwedischen Road Administration, dem norwegischen Umweltbundesamt und ADEME (Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie Paris, Juli 2014
- Mellios G., Hausberger S., Keller M., Samaras C. und L. Ntziachristos (2011). Parameterisation of fuel consumption and CO₂ emissions of passenger cars and light commercial vehicles for modelling purposes. ISBN 978-92-79-21050-1, JRC/EU 2011.
- Plötz Patrick., Simon Árpád Funke und Patrick Jochem (2015). Real-world fuel economy and CO - emissions of plug-in hybrid electric vehicles. Working paper sustainability and innovation No. S 1/2015. Fraunhofer Institut (ISI), Karlsruhe 2015.
- Prognos (2012). Die Energieperspektiven für die Schweiz bis 2050. Energienachfrage und Elektrizitätsangebot in der Schweiz 2000 - 2050. Ergebnisse der Modellrechnungen für das Energiesystem, 2012.



Anhang A CO₂- und Verbrauchsvorschriften im internationalen Vergleich

Um den Treibstoffverbrauch und die CO₂-Emissionen von Personenwagen zu senken, werden weltweit verschiedene Massnahmen umgesetzt. Dabei wird einerseits über Preismechanismen die Nachfrageseite, sprich die Fahrzeugkäufer und -nutzer, angegangen, indem die Treibstoffpreise durch Abgaben und Steuern erhöht oder der Fahrzeugkauf über Steuern und Subventionen beeinflusst werden. Angebotsseitig haben verschiedene Staaten Vorschriften eingeführt, welche die Hersteller dazu bewegen sollen, effizientere und emissionsärmere Fahrzeuge herzustellen. Ausgewählte Regularien werden hier kurz vorgestellt. Da in einzelnen Ländern auf den Treibstoffverbrauch und in anderen auf die CO₂-Emissionen abgestützt wird und die relevanten Messwerte auf unterschiedlichen Fahrzeugkategorien und auch auf unterschiedlichen Testzyklen und -verfahren basieren können, sind Vergleiche zwischen den länderspezifischen Vorschriften nur bedingt möglich. Die Beschreibung der folgenden Regelungen basieren auf den Angaben von TransportPolicy.net.³¹

- **EU - Emissionsvorschriften:** Die EU hat im Jahr 2009 die Verordnung (EG) Nr. 443/2009 verabschiedet, mit welcher die durchschnittlichen CO₂-Emissionen aller neuen Personenwagen bis 2015 auf 130 g/km und bis 2020 auf 95 g/km reduziert werden sollen. Jeder Hersteller bekommt eine individuelle Zielvorgabe abhängig vom durchschnittlichen Leergewicht seiner neu zugelassenen Fahrzeugflotte. Die Schweiz hat bei ihren Emissionsvorschriften den Zielwert und die meisten Umsetzungsbestimmungen der EU-Regelung wie Phasing-in, Supercredits, gewichtsabhängige individuelle Zielvorgaben, Spezialziele für Klein- und Nischenhersteller, sowie der Sanktionshöhe³² unverändert übernommen.
In der EU wurde das Ziel für das Jahr 2015 bereits im Jahr 2013 mit einem Flottenmittel von 127 g CO₂/km unterschritten. Gemäss ersten provisorischen Auswertungen erreichte die Neuwagenflotte der EU im Jahr 2015 einen Durchschnitt von 119.6 g CO₂/km und lag somit 8 % tiefer als der Zielwert.³³ Dabei haben alle Hersteller(-gruppen) ihren Zielwert erreicht. Die durchschnittlichen CO₂-Emissionen sind zwischen 2005 und 2015 um mehr als 26% gesunken. Es gilt zu berücksichtigen, dass es sich dabei um Reduktionen des Normverbrauchs handelt, d.h. anhand des Neuen Europäischen Fahrzyklus NEFZ auf dem Prüfstand gemessene Werte. Diese Werte können zum Teil signifikant von den tatsächlich im Alltag emittierten Werten abweichen. Eine detaillierte Einschätzung dieser Abweichungen findet sich in Anhang B.
- **USA – CAFE Standards:** Aufgrund des Öl-Embargos von 1973 wurden in den USA bereits 1975 erstmals die sogenannten Corporate Average Fuel Economy (CAFE) Standards eingeführt. Wie der Name sagt, wird dabei auf die Treibstoffeffizienz (Fuel Economy) und nicht die CO₂-Emissionen abgestützt. Die Treibstoffeffizienz ist, umgekehrt als in Europa, in Meilen pro Gallone (miles per gallon, mpg) festgelegt, d.h. je höher der Wert, desto effizienter das Fahrzeug. Wie bei der EU-Regelung gelten in den USA Durchschnittsziele für die verkaufsgewichteten Neuwagenflotten der Hersteller. Die Herstellerziele hängen dabei vom durchschnittlichen Fussabdruck, d.h. der Grösse der Grundfläche, der Fahrzeuge ab.
Die zurzeit geltenden Zielwerte liegen bei 36.2 mpg oder 225 g CO₂/Meile (140 g CO₂/km) und gelten für die Fahrzeugmodelle von 2012 bis 2016. Für die Fahrzeugmodelle von 2017 bis 2025 ist ein Grenzwert von rund 56.2 mpg oder 143 g CO₂/Meile (89 g CO₂/km) vorgesehen.

³¹ http://www.transportpolicy.net/index.php?title=Global_Comparison:_Light-duty_Fuel_Economy_and_GHG

³² Die Sanktionshöhe der EU wurde in der Schweiz mit dem damaligen Wechselkurs von 1.50 CHF/EUR umgerechnet.

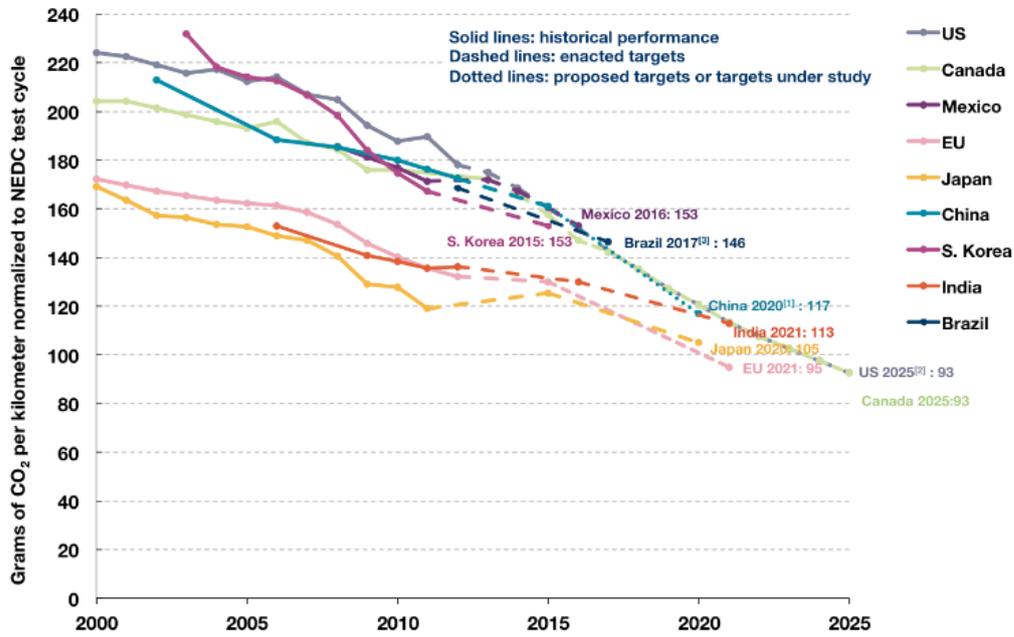
³³ http://ec.europa.eu/clima/news/articles/news_2016041401_en.htm



Es gilt zu beachten, dass diese Werte nicht direkt mit den Vorschriften in der Schweiz und der EU verglichen werden können, da einerseits die Verbrauchswerte in den USA aufgrund eines anderen Testzyklus berechnet werden und andererseits nicht die genau gleichen Fahrzeugklassen berücksichtigt werden.

- **China – CAFC Standards:** In China wurden 2004 erstmals Vorschriften für den Treibstoffverbrauch von Personenwagen eingeführt. Dabei musste in einer ersten Phase ab Juli 2005 jedes einzelne Fahrzeugmodell eine bestimmte Zielvorgabe erreichen. In Phase II wurden die Zielvorgaben verschärft. In der dritten Phase, welche von 2012 bis 2015 galt, wurde das System dahingehend angepasst, dass die Neuwagenflotte jedes Herstellers im Durchschnitt eine gewichtsabhängige Zielvorgabe erreichen musste (Corporate-average fuel consumption, CAFC). Die durchschnittliche Zielvorgabe betrug 6.9 l/100 km (ungefähr 167 g CO₂/km). In der aktuellen Phase bis 2020 wird ein durchschnittlicher Treibstoffkonsum von nicht mehr als 5 l/100 km erwartet (ungefähr 121 g CO₂/km). Zur Erreichung dieses Ziels gelten Flexibilisierungsmöglichkeiten wie etwa ein Phasing-in, eine Mehrfachgewichtung von Elektrofahrzeugen und sehr verbrauchsarmen Fahrzeugen (Supercredits) und die Anrechnung von nicht im Zyklus aufscheinenden Effizienztechnologien (Ökoinnovationen). Zielübererfüllungen in einem Jahr können im nachfolgenden Jahr angerechnet werden.
- **Japan – Top Runner Programm:** Japan hatte in der Vergangenheit immer eine der weltweit leichtesten und effizientesten Fahrzeugflotten und sehr strenge Treibstoffeffizienz-Vorschriften. Die ersten Vorschriften wurden bereits 1979 eingeführt und laufend verschärft. 1999 wurde das sogenannte „Top Runner Program“ für Personenwagen und weitere Maschinentypen eingeführt. Es handelt sich dabei um eine Art Benchmark-Ansatz. Für jede Personenwagen-Gewichtsklasse wird das effizienteste Fahrzeug (Top Runner) bestimmt. Die Treibstoff-Zielvorgaben werden daraufhin anhand dieser Fahrzeuge festgelegt; diese Ziele müssen von allen anderen Fahrzeugen in den nachfolgenden drei bis zehn Jahren erreicht werden. Im Jahr 2007 wurde ein durchschnittliches Flottenziel von 16.8 km/l (5.95 l/100km) bis 2015 festgelegt, im 2011 wurde ein Ziel von 20.3 km/l (4.93 l/100km) für 2020 definiert. Dieses Ziel ist weniger rigoros als die Ziele der EU oder der USA.
- Die Regelungen weiterer Länder sind beschrieben unter: http://www.transportpolicy.net/index.php?title=Global_Comparison:_Light-duty_Fuel_Economy_and_GHG

Abbildung 30 zeigt die Entwicklung der durchschnittlichen Treibhausgasemissionen der neuen Personenwagen verschiedener Länder, normalisiert nach dem Neuen Europäischen Fahrzyklus (NEFZ) in g CO₂/km, und die momentan geltenden Zielvorgaben.



[1] China's target reflects gasoline vehicles only. The target may be higher after new energy vehicles are considered.
[2] US standards GHG standards set by EPA, which is slightly different from fuel economy standards due to low-GWP refrigerant credits.
[3] Gasoline in Brazil contains 22% of ethanol (E22), all data in the chart have been converted to gasoline (E00) equivalent
[4] Supporting data can be found at: <http://www.theicct.org/info-tools/global-passenger-vehicle-standards>.

Abbildung 30: Globaler Vergleich der durchschnittlichen CO₂-emissionen und Zielwerte von Personenwagen, normalisiert gemäss NEFZ in g CO₂/km (Quelle: ICCT)

Anhang B Abweichung zwischen Norm- und Realverbrauch

Die CO₂-Emissionswerte der in der Schweiz neu zugelassenen PW, die für die Umsetzung der CO₂-Emissionsvorschriften massgebend sind, beruhen auf Prüfstandmessungen, die im Rahmen der europäischen Typenzulassung neuer Fahrzeuge vorgenommen werden. Dabei wird der CO₂-Ausstoss eines Fahrzeugs im Labor auf einem Rollenprüfstand gemessen und daraus der Treibstoffverbrauch berechnet.

Bei diesem Messverfahren sind die Prüfprozeduren festgelegt. Insbesondere ist ein standardisierter Fahrzyklus vorgegeben, der sog. „Neuer Europäischer Fahrzyklus“ (NEFZ), ein sekundengenaues Geschwindigkeitsprofil, das mit dem zu prüfenden Fahrzeug auf dem Rollenprüfstand nachgefahren wird. Dieser Fahrzyklus abstrahiert das reale Fahrverhalten relativ stark, indem er verhältnismässig niedrige Beschleunigungen, längere Abschnitte mit konstanter Geschwindigkeit und zahlreiche Leerlaufphasen enthält (siehe Abbildung 31). In der Folge wird im NEFZ nur ein Teil des Motorenkennfelds (Kombinationen von Motormoment/-leistung und Drehzahl) abgedeckt. Zudem umfassen die Prüfprozeduren weitere Vorschriften zum Testablauf, wie z.B. die Ermittlung der Fahr- und Rollwiderstände, Fahrzustand (z.B. der Batterie), Berücksichtigung der Zusatzsysteme wie Klimaanlage, Umgebungstemperatur, etc. Diese Vorschriften und Rahmenbedingungen zielen darauf ab, möglichst reproduzierbare und vergleichbare Messresultate zu erhalten.

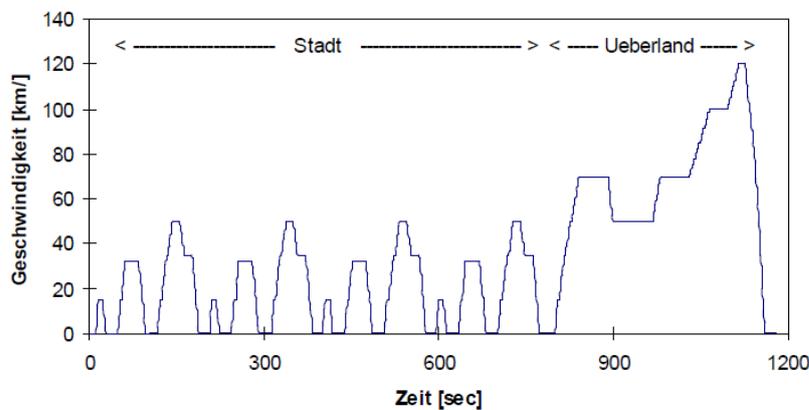


Abbildung 31: Neuer Europäischer Fahrzyklus (NEFZ) zur Typenprüfung von Personenwagen, Richtlinie des Rats der Europäischen Gemeinschaft 70/220/EWG.

Zwischen den CO₂-Emissionen (bzw. Verbrauchswerten) aus der Typenprüfung und den im tatsächlichen Fahrbetrieb („real-world“) auftretenden Werten bestehen bedeutende Unterschiede, wie verschiedene Untersuchungen zeigen (z.B. ICCT 2015a; ICCT 2015b; Mellios et al. 2015). Ausserdem haben diese Differenzen über die Jahre hinweg deutlich zugenommen (siehe Abbildung 32). Die in ICCT (2015a und 2015b) präsentierten Auswertungen³⁴ unterschiedlicher Datenquellen zeigen mittlerweile für 2014 eine Abweichung von rund 40 % zwischen den Werten aus der Typenprüfung (Herstel-

³⁴ In ICCT (2015a) wurden die Angaben von rund 600'000 PW aus 11 Datenquellen (darunter der Schweizer Touring Club) in sechs Ländern ausgewertet. Daraus lassen sich Abweichungen differenziert nach Haltertyp (privat/geschäftlich) ableiten. Einzelne Datenquellen erlauben weitere Differenzierungen nach Treibstoffart oder Marke.



lerangaben) und den real-world-Emissionen. 2001 betrug die Differenz noch rund 8 %. Die Datenquellen unterscheiden sich hinsichtlich der erfassten Fahrzeuge, Fahrer und Fahrverhalten, so dass die Ergebnisse entsprechend streuen. Der Trend der zunehmenden Abweichung zwischen Typenprüfungs-/real-world-Emissionen kann aber nicht allein auf die Unterschiede in den Datenquellen zurückgeführt werden.

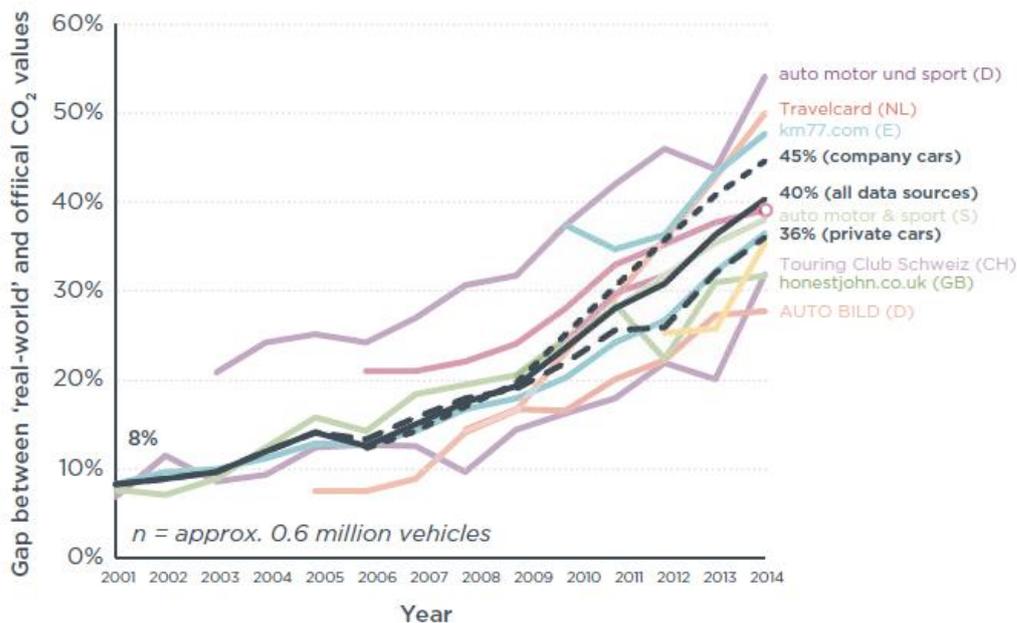


Abbildung 32: Abweichung zwischen real-world-Daten und Herstellerangaben zum CO₂-Ausstoss für unterschiedliche real-world-Datenquellen; Quelle: ICCT (2015b)

Das zunehmende Auseinanderdriften der CO₂-Emissionen aus der Typenprüfung und den real-world-Emissionen wirkt sich auf die ausgewiesenen CO₂-Absenkraten der neu zugelassenen PW in den Ländern der EU aus. Ein ähnliches Bild ergibt sich für die Schweiz, wenn die Typenprüfung zu real-world-Abweichungen aus diesen Untersuchungen auf die Schweizer Daten übertragen werden, wie in Kapitel 5.1 beschrieben.

Diese Entwicklung hat Implikationen auf verschiedenen politischen und gesellschaftlichen Ebenen und beeinflusst die Diskussion um die Wirksamkeit der Massnahmen zur CO₂-Senkung im Verkehr:

- Die Auswirkungen angebotsseitiger Massnahmen zur Reduktion der CO₂-Emissionen von Neufahrzeugen, die auf Normwerte abstellen, werden überschätzt.
- Steuerbemessungen, die als Anreizsystem auf dem CO₂-Ausstoss von Fahrzeugen gemäss Typenprüfung beruhen, führen u.U. zu Fehlanreizen und einer ungerechtfertigten Verringerung der Steuereinnahmen.
- Die Branche der Fahrzeughersteller muss mit einem Vertrauensverlust rechnen.
- Hersteller mit realistischen Verbrauchsangaben haben einen Wettbewerbsnachteil.
- Die Konsumenten müssen mit höheren Ausgaben für Treibstoffe rechnen, als die Herstellerangaben dies erwarten liessen.



- Vergleiche verschiedener Fahrzeuge auf der Basis der NEFZ-Angaben sind wenig aussagekräftig, da sich die Abweichungen zum Realverbrauch zwischen den Herstellern und zwischen den verschiedenen Fahrzeugsegmenten unterscheiden können.

Die zunehmende Abweichung zwischen den Verbrauchsangaben der Hersteller (Typenprüfung) und dem real-world-Verbrauch können im Wesentlichen auf vier Hauptbereiche zurückgeführt werden (ICCT 2005a/b):

- **Bestimmung des Fahrwiderstands** (Luft- und Rollwiderstand): Dieser Kennwert wird in der Regel mittels Ausrollversuchen im Vorfeld der Prüfstandsmessungen ermittelt. Dabei nutzen die Hersteller zahlreiche Toleranzen und Flexibilitäten aus (ohne dabei gegen die Richtlinien zu verstossen): Ausbau von Rückspiegeln, Optimierung des Fahrzeuggewichts, Abdeckung von Lüftungsöffnungen, etc. Im Jahr 2014 können rund ein Viertel der Abweichung auf diese Aspekte zurückgeführt werden (ICCT, 2015a).
- **Testprozedur**: Die Rahmenbedingungen für die Tests entsprechen meist nicht den realen Bedingungen, unter denen die Fahrzeuge später gefahren werden. Beispielsweise werden die Tests bei Umgebungstemperaturen zwischen 20-30°C durchgeführt, die Autobatterie wird vor den Tests vollgeladen oder es werden Vorserienkomponenten im Testfahrzeug eingebaut. Diese Optimierungen erklären rund die Hälfte der beobachteten Abweichung zwischen Test- und real-world-Verbrauch (ICCT, 2015a).
- **Neue Technologien** zur Verbrauchsreduktion (z.B. Start-Stop-Automatik, Hybridantrieb, Direkteinspritzung) zeigen unter Laborbedingungen grössere Effizienzgewinne als im realen Gebrauch. Diese Technologien wurden über die Jahre hinweg weiterentwickelt und spielten zu Beginn der Beobachtungen noch eine geringe Rolle, machen aber 2014 rund 10 % der Abweichung aus.
- **Zusatzaggregate** wie Klimaanlage, Bordunterhaltungssysteme, etc. werden bei der Typenprüfung ausgeschaltet und damit die Auswirkungen auf den Treibstoffverbrauch vernachlässigt.

Diese Entwicklung würde sich zukünftig weiter verschärfen, sollten die Fahrzeuge weiterhin unter derselben Testprozedur (NEFZ) zugelassen werden. Allerdings werden die Prüfprozeduren für Neuzulassungen zurzeit überarbeitet, die EU plant ab 2017 die Ablösung der NEFZ-Prozedur durch die neu entwickelte „worldwide harmonized light vehicles test procedure“ (WLTP), welche unter anderem realistischere Testzyklen (WLTC) enthält und die Rahmenbedingungen der Tests umfassender regelt. Wie sich diese neue Prozedur auf die Emissions- bzw. Verbrauchswerte auswirkt, ist gegenwärtig erst spekulativ zu beurteilen. Es wird davon ausgegangen, dass auch unter der WLTP für die Fahrzeughersteller legale Optimierungsmöglichkeiten bestehen, die ausgenutzt werden. Gegenwärtig wird davon ausgegangen, dass sich die Diskrepanz zwischen Test- und real-world-Verbrauch mit der WLTP bis 2020 zwar etwas verringern dürfte gegenüber einer Entwicklung, die weiterhin von Messungen unter NEFZ-Bedingungen ausgeht. Eine vollständig zuverlässige Abbildung des real-world-Verbrauchs wird aber auch unter WLTP nicht erwartet (ICCT, 2015a).

Fundamentalere Verbesserungen in der Abschätzung der real-world-Verbräuche können erst erreicht werden, wenn die Gesetzgebungen real-world-Emissionsmessungen (mittels portablen Messsystemen wie PEMS) in die Zulassungsbestimmungen aufnehmen, ähnlich wie dies für die NO_x-Emissionen ab 2017 vorgesehen ist. In der Zwischenzeit müssen sich real-world-Treibstoffverbräuche auf inoffizielle Datenquellen (wie ICCT) stützen oder sich an offiziellen Quellen aus anderen Regionen orientieren (z.B. das „mile-per-gallon“-Label der US EPA).



Anhang C Typengenehmigungspolitik von Schweizer Importeuren

In der Schweiz neu zugelassene Fahrzeuge benötigen nach Art. 12 des Strassenverkehrsgesetzes eine schweizerische Typengenehmigung resp., wenn sie aus der EU stammen, in Verbindung mit dem Abkommen über die gegenseitige Anerkennung von Konformitätsbewertungen eine EU-Typengenehmigung (in Kombination mit einem schweizerischen Fahrzeugdatenblatt), im Folgenden als "Typengenehmigung" bezeichnet. Fahrzeuge, die sich bezüglich bestimmten Schlüssel-Merkmalen (etwa Marke, Modell, Bauart des Motors, Treibstoffart, Motorenleistung, Hubraum und Karosserieform) nicht unterscheiden, können in einer Typengenehmigung zusammengefasst werden. Die Fahrzeuge eines Typs können sich hinsichtlich weiterer Merkmale (z.B. Ausstattung, Reifenpaket, Zusatzausrüstungen wie Start-Stopp-Automatik, usw.) unterscheiden. Diese Untertypen werden als Varianten bezeichnet.

Die Typengenehmigungen werden durch das ASTRA in der so genannten TARGA-Datenbank verwaltet. In dieser Datenbank sind die Typengenehmigungen mit ihren Merkmalen abgelegt. Die Daten der Typengenehmigungen basieren in der Regel auf den Europäischen Gesamtgenehmigungen des entsprechenden Fahrzeugtyps. Für den Vollzug der CO₂-Vorschriften bzw. für die Berechnung der Zielvorgaben werden die massgebenden Informationen (namentlich CO₂-Ausstoss und Leergewicht, siehe auch Kapitel 2.2.3) aus der Typengenehmigung, differenziert nach Getriebevariante, verwendet.³⁵ Liegen innerhalb einer Getriebevariante mehrere Versionen vor, so wird jeweils der höchste CO₂-Wert und das maximale Leergewicht der Versionen für den CO₂-Vollzug verwendet.

Abbildung 33 zeigt die Entwicklung der Anzahl Typengenehmigungen für PW in der Schweiz zwischen 2005 und 2015. Es ist eine deutliche Zunahme zu erkennen, insbesondere in den letzten rund vier Jahren. Im Jahr 2012 traten die CO₂-Vorschriften für PW in Kraft und es stellt sich die Frage, ob die Vorschriften zu einer Zunahme der ausgestellten Typengenehmigungen beigetragen haben und ob diese Entwicklung allenfalls Auswirkungen auf die CO₂-Emissionen hat.

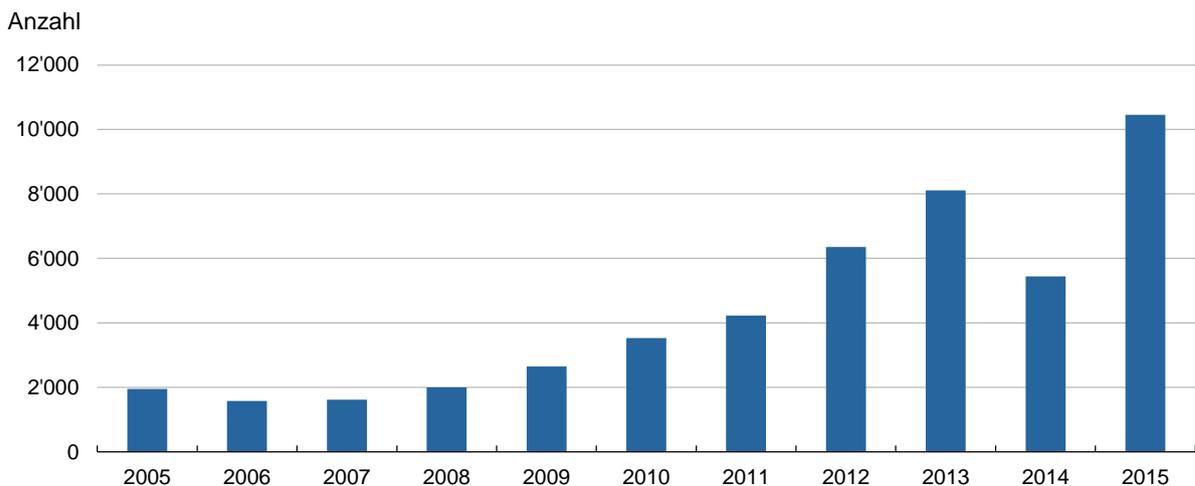


Abbildung 33: Anzahl Typengenehmigungen nach Homologationsjahr; Quelle: TARGA (ASTRA).

³⁵ Ausser in den Fällen, wo auf Wunsch und bei Einreichung des Importeurs direkt die fahrzeugspezifischen Werte aus dem COC verwendet werden.



Die Zunahme ist zunächst auf technische Entwicklungen der Modelle sowie auf neue gesetzliche Bestimmungen zurückzuführen, welche zwingend zu neuen Typengenehmigungen führen (z.B. Erweiterung der Modellpalette durch ein grösseres Motorisierungsangebot und eine Aufteilung in feinere Leistungsklassen). Diese Differenzierung der Modellpaletten der Fahrzeughersteller hat in den letzten Jahren zugenommen, ist aber höchstens indirekt ein Resultat der Einführung der CO₂-Vorschriften.

Daneben kann die freiwillige Ausdifferenzierung der Typengenehmigungen für die Importeure aus verschiedenen Beweggründen interessant sein:

- Ein möglichst tiefer CO₂-Wert kann z.B. aufgrund kantonaler Steuergesetzgebungen zweckmässig sein, welche die CO₂-Emissionen als Parameter für die Bestimmung der Motorfahrzeugsteuer berücksichtigen.
- Aus Sicht der CO₂-Vorschriften für neue PW sind möglichst geringe CO₂-Emissionen erstrebenswert, um bestehende Zielvorgaben einzuhalten. Andererseits kann auch die Zielvorgabe selber beeinflusst werden, indem das Leergewicht bei gleicher CO₂-Emission angehoben wird (je höher das Leergewicht, desto höher die CO₂-Zielvorgabe, siehe auch Kapitel 2.2.5). Beispielsweise kann eine Ausdifferenzierung einer bestehenden Typengenehmigung sinnvoll sein. So kann z.B. eine zusätzliche Differenzierung der Typengenehmigung des gleichen Modells nach Reifenpaketen („Normalreifen“, „Eco-Reifen“) zu einer Reduktion des CO₂-Werts um 3 g/km führen, wie exemplarische Auswertungen der Typengenehmigungsdatenbank des ASTRA zeigen.
- Ob Typengenehmigungen ausdifferenziert werden, hängt letztlich stark mit den je nach Importeur individuellen Voraussetzungen zusammen. Gewisse Importeure differenzieren prinzipiell ihre Typengenehmigungen möglichst stark aus, um beispielsweise auf Kundenanforderungen flexibel reagieren zu können. Andere versuchen den Aufwand für Erstellung von Typengenehmigungen möglichst gering zu halten und machen daher von dieser Möglichkeit wenig Gebrauch.

Welcher dieser Treiber zu welchen Anteilen für die Zunahme der Typengenehmigungen in den letzten Jahren verantwortlich ist, ist daher abhängig von technischen Entwicklungen und den jeweiligen Strategien und Voraussetzungen der einzelnen Importeure. Die Optimierung der Typengenehmigungen zwecks Reduktion oder Vermeidung von Sanktionen kann für Importeure eine Option sein. Andere Importeure stellen wiederum die Flexibilität gegenüber den Kunden oder möglichst geringen Aufwand bei der Typenzulassung in den Vordergrund. Insgesamt ist die Entwicklung der Typengenehmigungen das Resultat einer Mischung dieser Effekte, die einzelnen Einflüsse lassen sich mit den bestehenden Daten rechnerisch nicht voneinander trennen.

Schliesslich stellt sich die Frage, ob die Ausdifferenzierung der Typengenehmigungen zwecks Optimierung der CO₂-Sanktionen zu einer realen Verminderung der CO₂-Emissionen der Neufahrzeuge führt. Teilt ein Importeur beispielsweise einen bestehenden Typ mit/ohne verbrauchseffizientem Reifenpaket in zwei Typengenehmigungen auf, so werden primär einmal die CO₂-Emissionen für die Sanktionsberechnung präziser, da die effizienteren Fahrzeuge vorher in der undifferenzierten Typengenehmigung nicht sichtbar wurden (relevant sind die maximalen CO₂-Emissionen der Varianten). Eine effektive Reduktion der CO₂-Emissionen wird durch die Ausdifferenzierung von Typengenehmigungen nicht erreicht.



Beim Beispiel der verbrauchseffizienten Reifenpakete kann zudem der Vorteil bei der CO₂-Effizienz gegenüber einer konventionell bereiften Variante auf der Strasse nur erreicht werden, sofern das Reifenpaket im Betrieb auch tatsächlich am Fahrzeug bleibt und nicht nachträglich durch ein konventionelles Reifenpaket ersetzt wird.



Anhang D Verlagerung zu alternativen Treibstoffen, Vorkettenproblematik, Leakage

Der Anteil der alternativen Treibstoffarten (BEV, PHEV und übrige alternative Treibstoffarten wie CNG, LPG und Flexfuel-Fahrzeuge; ohne konventionelle Hybride, da diese vollständig fossil betrieben werden) ist noch gering, wächst aber stark: 2015 wurden 2.2 % aller neu zugelassenen PW diesen Treibstoffarten zugerechnet, 2012 waren es noch 0.6 % (siehe Abbildung 34 und Anhang E). Innerhalb dieser Kategorie machen die voll- bzw. teilweise elektrisch angetriebenen Fahrzeuge mittlerweile rund 85 % aus. Unter die für die Berechnung der individuellen CO₂-Grenzwerte relevante Unterkategorie der low-emission-vehicles (LEV³⁶, siehe auch Kapitel 2.2.7) mit einem CO₂-Ausstoss von weniger als 50 g/km fallen 2015 1.8 % der Neuzulassungen.

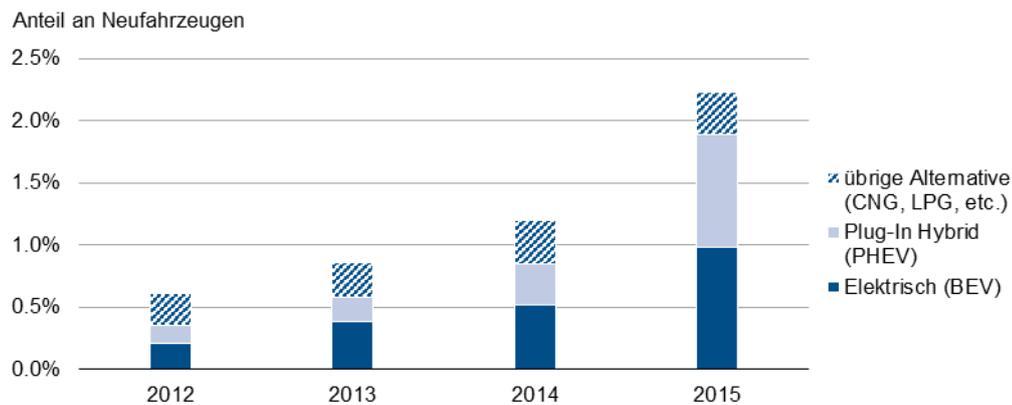


Abbildung 34: Anteile mit alternativen Treibstoffarten angetriebene Personenwagen am Total Neuzulassungen Juli 2012 – 2015; Quelle: BFE Vollzugsdaten

Elektrisch betriebene Fahrzeuge erfahren in den Emissionsvorschriften aus verschiedenen Gründen eine Sonderbehandlung. Die CO₂-Emissionsvorschriften für Personenwagen stützen sich auf die Normemissionen aus dem Betrieb des Fahrzeugs (auch als „tank-to-wheel“ bzw. TTW-Emissionen bezeichnet). Weitere Emissionen entstehen bei Treibstoffbereitstellung (Herstellung und Transport; „well-to-tank“ bzw. WTT), Fahrzeugherstellung und -entsorgung und Infrastrukturerstellung und -unterhalt. Bei elektrisch betriebenen Fahrzeugen wirken sich diese Komponenten anteilmässig stärker aus als bei den verbrennungsmotorischen. Eine ganzheitliche, auf den gesamten Lebenszyklus eines Fahrzeugs bezogene Betrachtungsweise würde sämtliche dieser Aspekte berücksichtigen.

Der Blick auf die reinen Betriebsemissionen (TTW) blendet also einen Teil der Lebenszyklus-Emissionen aus. Konkret werden damit die CO₂-Emissionen von voll oder teilweise elektrisch betriebenen Fahrzeugen (BEV und PHEV) unterschätzt, wie Abbildung 35 zeigt:

- Die Betriebsemissionen von rein batterieelektrisch betriebenen Fahrzeugen (BEV) sind gleich Null (0 g CO₂/km), bei Plug-in-Hybriden (PHEV) wird nur der fossile Teil der Betriebsemissionen einbezogen und der Stromanteil mit 0 g CO₂/km gerechnet. Würden die bei der Stromherstellung und –transport anfallenden Treibhausgasemissionen³⁷ berücksichtigt, wären die CO₂-

³⁶ Die LEV umfassen alle batterieelektrischen (BEV) und den überwiegenden Teil der Plug-in-Hybrid-Fahrzeuge (PHEV).

³⁷ Treibhausgasemissionen = CO₂ plus weitere Treibhausgase (Lachgas, Methan, etc.), gewichtet nach deren Klimaerwärmungspotenzial (GWP).



Emissionen höher. Beim relativ CO₂-effizienten Schweizer Strommix fallen diese zusätzlichen Emissionen allerdings nicht stark ins Gewicht. Ergänzend gilt festzuhalten, dass auch bei Fahrzeugen, die mit Verbrennungsmotoren angetrieben werden, zusätzliche Treibhausgasemissionen anfallen für die Herstellung und den Transport von Benzin und Diesel.

- Die Herstellung und Entsorgung von Fahrzeug und Batterie machen bei BEV und PHEV bedeutendere Anteile an den Gesamtemissionen aus: Sie liegen für BEV und PHEV rund einen Viertel über denjenigen der Fahrzeuge mit Verbrennungsmotoren.
- Die gesamten Treibhausgasemissionen (für 2012) von BEV und PHEV liegen demnach in der Grössenordnung von 75-130 g CO_{2eq}/km, im Vergleich dazu liegen die entsprechenden Emissionen von PW mit Verbrennungsmotoren bei über 250 g CO_{2eq}/km. Die reinen TTW-Emissionen von BEV/PHEV machen 0 % (BEV) bis 30 % (PHEV) der Emissionen von verbrennungsmotorischen Fahrzeugen aus. Bei Berücksichtigung der gesamten Lebenszyklusemissionen verschiebt sich dieses Verhältnis zu 25 % (BEV) bis 50 % (PHEV), siehe Abbildung 35.

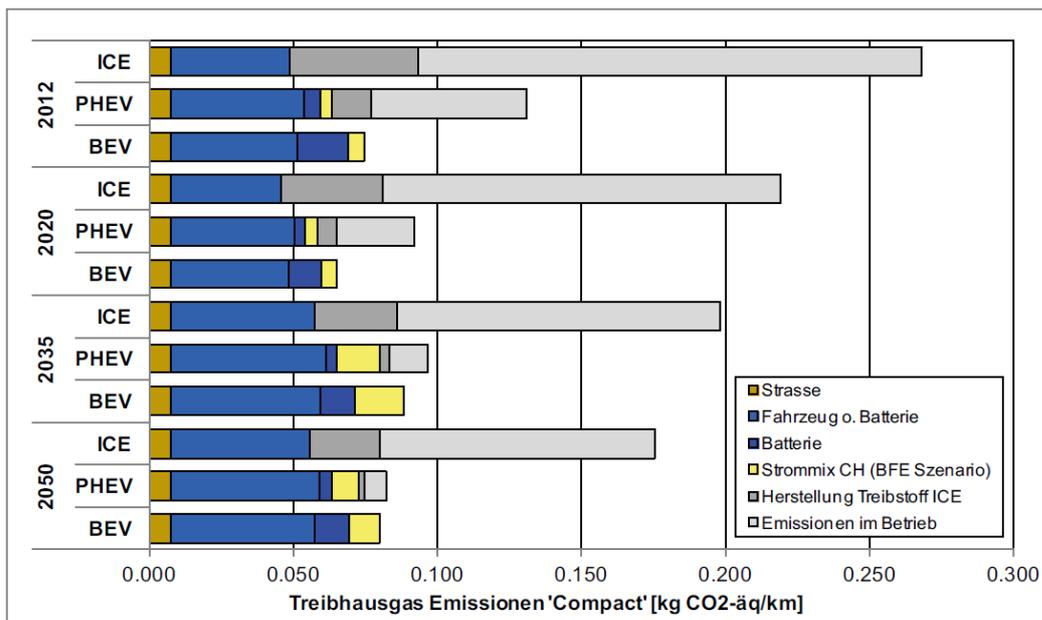


Abbildung 35: Lebenszyklus-Treibhausgasemissionen für ein PW der Kompaktklasse mit Verbrennungsmotor (ICE), als Plug-in-Hybrid- (PHEV) und als Batteriefahrzeug (BEV); Quelle: de Haan und Zah (2013)

Weitere Sonderaspekte der elektrisch betriebenen Fahrzeuge betreffen deren Gewichtung mit Supercredits für die Ermittlung der sanktionsrelevanten CO₂-Emissionen. Da die BEV und PHEV in der Regel TTW weniger als 50 g CO₂/km ausstossen, werden sie in der Berechnung der mittleren Flottenemissionen eines Importeurs mehrfach gewichtet. Weitere Analysen zu diesem Aspekt sind in Kapitel 4.6.2 zu finden.

Ein letzter Spezialaspekt betrifft den Verbrauch von PHEV, der von Einflussfaktoren bestimmt wird, die in den Verfahren zur Typenprüfung nicht berücksichtigt werden. Das Prüfverfahren nach NEFZ sieht vor, dass das Fahrzeug einmal mit voll geladenen und einmal mit leeren Batterien getestet wird. Der Verbrauch wird danach aus diesen beiden Messresultaten mit Hilfe einer Berechnungsformel ermittelt. In der Realität kann die Gewichtung zwischen elektrischem und fossilem Fahrleistungsanteil aber



stark variieren in Abhängigkeit von den Fahrgewohnheiten der Nutzer (Ausschöpfung der elektrischen Reichweite, Möglichkeiten zur Ladung der Batterie, etc.). Gemäss den in Plötz et.al (2015) ausgewerteten Daten variiert der elektrische Fahrleistungsanteil je nach Fahrzeugmodell zwischen rund 30 % bis 95 %. Dementsprechend zeigen die realen Verbrauchsmessungen bei PHEV eine grosse Spannbreite.



Anhang E Neuwagenflotte Kenngrössen

2005-2015 mit Benzin- und Dieselanteilen

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012*	2013	2014	2015
Anz. PW	260'682	269'748	283'972	287'971	266'478	296'597	327'955	150'014	309'876	304'917	327'277
Anteil Benzin	71.2%	70.3%	67.8%	67.0%	70.7%	69.7%	67.0%	60.6%	61.9%	61.6%	58.4%
Anteil Diesel	28.8%	29.7%	32.2%	33.0%	29.3%	30.3%	33.0%	38.8%	37.2%	37.2%	39.3%
Anteil übrige	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.6%	0.9%	1.2%	2.2%

Tabelle 10: Neuzulassungen Personenwagen, Quelle: BFE Vollzugsdaten. 2012*: Juli-Dezember (BFE Vollzugsdaten); Neuzulassungen 2005-2011 gemäss BFS (2012 ganzes Jahr: 334'045, BFS)

2012-2015 nach Treibstoffarten

	2012*	2013	2014	2015
Benzin	90'533	191'249	187'332	191'292
Diesel	58'565	115'936	113'929	128'649
Elektrisch (BEV)	309	1'206	1'570	3'213
Plug-In Hybrid (B, D)	223	581	1'024	2'957
übrige (CNG, LPG, Ethanol, etc.)	377	869	1'052	1'108
unbekannt	7	35	10	58
Total	150'014	309'876	304'917	327'277
davon LEV	523	1'762	2'550	5'982

Tabelle 11: Neuzulassungen Personenwagen nach Treibstoffarten, Quelle: BFE Vollzugsdaten.

	2012*	2013	2014	2015
Benzin	60.3%	61.7%	61.4%	58.4%
Diesel	39.0%	37.4%	37.4%	39.3%
Elektrisch (BEV)	0.2%	0.4%	0.5%	1.0%
Plug-In Hybrid (B, D)	0.1%	0.2%	0.3%	0.9%
übrige (CNG, LPG, Ethanol, etc.)	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%
unbekannt	<0.05%	<0.05%	<0.05%	<0.05%
Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
davon LEV	0.3%	0.6%	0.8%	1.8%

Tabelle 12: Anteile Treibstoffarten an den neu zugelassenen Personenwagen, Quelle: BFE Vollzugsdaten.



Leergewicht

	2012*	2013	2014	2015
Benzin	1'368	1'378	1'400	1'424
Diesel	1'725	1'732	1'759	1'812
Elektrisch (BEV)	1'336	1'508	1'571	1'813
Plug-In Hybrid (B, D)	1'738	1'853	1'775	1'767
übrige (CNG, LPG, Ethanol, etc.)	1'575	1'380	1'360	1'421
Total	1'509	1'512	1'536	1'583

Tabelle 13: Mittleres Leergewicht in kg der neu zugelassenen Personenwagen nach Treibstoffarten, Quelle: BFE Vollzugsdaten. * 2012: Juli-Dezember

	2012*	2013	2014	2015
Benzin	1'656	1'662	1'672	1'639
Diesel	2'047	2'056	2'069	2'048
Elektrisch (BEV)	-	-	-	-
Plug-In Hybrid (B, D)	97	1'095	488	208
übrige (CNG, LPG, Ethanol, etc.)	1'718	1'331	1'216	1'258
Total	1'803	1'801	1'806	1'769

Tabelle 14: Mittlerer Hubraum in ccm der neu zugelassenen Personenwagen nach Treibstoffarten, Quelle: BFE Vollzugsdaten. * 2012: Juli-Dezember

**CO₂-Emissionen**

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012*	2013	2014	2015
Benzin	202	199	196	193	190	184	175	165	159	153	147	144	142	136
Diesel	181	181	178	176	181	181	176	171	164	158	151	149	146	139
übrige											70	43	37	29
Total	198	195	192	189	187	183	175	167	161	155	149	145	142	135

Tabelle 15: Mittlerer CO₂-Ausstoss in g/km nach Treibstoffarten, Quelle: BFE Vollzugsdaten, BFE (2016b)

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012*	2013	2014	2015
Absenkung in g/km*Jahr														
Benzin	-	-3	-3	-3	-3	-6	-9	-10	-6	-6	-6	-3	-2	-6
Diesel	-	0	-3	-2	5	0	-5	-5	-7	-6	-7	-3	-3	-6
Total	-	-3	-3	-3	-2	-4	-8	-8	-6	-6	-6	-3	-3	-7
Absenkrate in %/Jahr														
Benzin	-	-1.5%	-1.5%	-1.5%	-1.6%	-3.2%	-4.9%	-5.7%	-3.6%	-3.8%	-3.6%	-2.0%	-1.6%	-4.2%
Diesel	-	0.0%	-1.7%	-1.1%	2.8%	0.0%	-2.8%	-2.8%	-4.1%	-3.7%	-4.2%	-1.7%	-2.1%	-4.3%
Total	-	-1.3%	-1.5%	-1.6%	-1.1%	-2.1%	-4.4%	-4.6%	-3.6%	-3.7%	-4.2%	-2.2%	-2.1%	-5.0%

Tabelle 16: Jährliche Absenkung (in g/km) und -rate (%) CO₂-Ausstoss nach Treibstofftyp, Quelle: BFE Vollzugsdaten, BFE (2016b)



Anhang F Spezialziele für Klein- und Nischenhersteller

Marken von Klein- und Nischenhersteller mit Spezialzielen (2015)

Quelle: Durchführungsbeschlüsse der Europäischen Kommission C(2011) 8334 final vom 25.11.2011, C(2011) 8336 final vom 25.11.2011, C(2011) 9345 final vom 20.12.2011, C(2012) 2042 final vom 30.03.2012, C(2012) 3243 final vom 24.05.2012, C(2012) 6083 final vom 06.09.2012, C(2012) 6088 final vom 06.09.2012, C(2012) 8944 final vom 07.12.2012, C(2012) 9257 final vom 13.12.2012

Marke	2012-2015
Mazda	129.426
Subaru	164.616
Suzuki	123.114
Tata, Jaguar, Land Rover	178.025

Tabelle 17: Spezialziele für Nischenhersteller in g CO₂/km, Stand 2015.



Marke	2012	2013	2014	2015
Alpina		230	225	225
Artega		223	286	286
Aston Martin	320	318	313	310
Bentley				298
Caterham	210	210	210	210
Donkervoort				178
DR Motor				135
Ferrari	303	303	303	295
Geely		167.5	163.5	162
Great Wall Motor	195			188
Koenigsegg	275	275	275	275
KTM	200	195	195	190
Lamborghini				325
Litex Motors	168	160	159	156
Lotus	280	280	280	280
Mahindra	205	183	173	162
Marussia	270	270	270	270
Maserati				255
Mc Laren	285	285	280	275
MG Motor	184	151.6	149.5	146
Morgan	180	168	170	170
Noble	400	360	360	360
Pagani		340	340	340
PGO		175	175	175
Proton	185	181	167	176
Qoros		152	152	
Radical		229	215	200
Secma		131	131	131
Spyker	340	360	380	380
Ssangyong	180	180	180	180
VAZ LADA		201	192	126
Wiesmann	274	274	274	274

Tabelle 18: Spezialziele für Kleinhersteller in g CO₂/km, Stand 2015.



Anhang G Sanktionsbeträge verschiedener Vollzugsmodalitäten-Varianten

Jahr 2012	keine Supercredits	Supercredits = 3.5	ohne Anrechnung LEV
kein Phasing-in	247.8	227.3	258.7
Effektiv (65% der Flotte berücksichtigt)	2.0	0.4	3.7

Tabelle 19: Sanktionen in Mio. CHF unter verschiedenen Phasing-in und Supercredits-Varianten, 2012, Vollzugsdaten BFE, eigene Berechnungen.

Jahr 2013	keine Supercredits	Supercredits = 3.5	ohne Anrechnung LEV
kein Phasing-in	403.8	346.3	435.7
Effektiv (75% der Flotte berücksichtigt)	8.8	2.5	17.6

Tabelle 20: Sanktionen in Mio. CHF unter verschiedenen Phasing-in und Supercredits-Varianten, 2013, Vollzugsdaten BFE, eigene Berechnungen.