



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK
Bundesamt für Energie BFE

Schlussbericht 1. August 2011

Energieetikette für Neuwagen: Anpassung der Kategoriengrenzen per 1.1.2012

Auftraggeber:

Bundesamt für Energie BFE
Sektion Energiepolitische Instrumente
CH-3003 Bern
www.bfe.admin.ch

Auftragnehmer:

Ernst Basler+Partner AG
Zollikerstrasse 65
CH-8702 Zollikon
www.ebp.ch

Autoren:

Peter de Haan van der Weg, Ernst Basler+Partner, pdh@ebp.ch

Begleitgruppe

Thomas Volken, Sektion Energiepolitische Instrumente, BFE
Markus Bareit, Sektion Energiepolitische Instrumente, BFE

Für den Inhalt und die Schlussfolgerungen ist ausschliesslich der Autor dieses Berichts verantwortlich.

Inhaltsverzeichnis

1	Ausgangslage und Aufgabenstellung.....	4
2	Datenbasis, Benzinäquivalente, Energieeffizienz.....	6
2.1	Datenbasis.....	6
2.2	Qualitätskontrolle	7
2.3	Berechnung der Primärenergie-Benzinäquivalente	12
2.4	Berechnung der Energieeffizienz	12
3	Ermittlung der Kategoriengrenzen	15

Anhang

A1	Mittlerer g CO ₂ /km-Wert der Neuzulassungen von Juni 2010 bis Mai 2011	17
A2	Literatur	20

1 Ausgangslage und Aufgabenstellung

Ausgangslage. Seit 2003 sind sämtliche neuen Personenwagen, die zum Verkauf angeboten werden, mit der Energieetikette zu kennzeichnen. Diese enthält Energieeffizienz, Treibstoffverbrauch und die CO₂-Emissionen; auch werden die Fahrzeuge in sieben Energieeffizienz-Kategorien (A bis G) eingeteilt. Rechtsgrundlage sind, gestützt auf Art. 8 Energiegesetz (EnG), die Art. 7, 9 und 11 der Energieverordnung (EnV), welche im Dezember 1998 in Kraft trat, und besonders der per 1. Oktober 2002 in Kraft getretene Anhang 3.6, welcher das Design der Etikette und die Berechnung der Kategoriengrenzen im Detail festlegt.

Die EnV sieht die periodische Anpassung der Energieeffizienz-Kategoriengrenzen an den technischen Fortschritt vor. Diese Anpassung erfolgte bis anhin alle 2 Jahre, jeweils per Jahresmitte: Zum ersten Mal wurden die Kategoriengrenzen per 1. Juli 2004 geändert, und dann erneut per 1. Juli 2006, 1. Juli 2008 (ETH 2008) und 1. Juli 2010 (EBP 2010). Im Jahre 2008 wurden dabei nicht nur die Kategoriengrenzen angepasst, sondern die Definition der zugrundeliegenden Energieeffizienz auch inhaltlich geändert.

Anstelle der ursprünglich geplanten Einführung einer Umweltetikette hat der Bundesrat im Juni 2010 entschieden, die bestehende Energieetikette weiter zu entwickeln (BFE 2011):

- Der absolute Energieverbrauch soll einen stärkeren Einfluss auf die Kategorieinteilung ausüben. Die Einteilung der heutigen Energieetikette hängt (aufgrund des so genannten Nullgewichts und eines Exponenten für das Leergewicht) zu rund 40 Prozent vom Quotienten aus Verbrauch und Leergewicht ab. Zu rund 60 Prozent ist der absolute Treibstoffverbrauch massgebend. Neu soll der relative Anteil auf 30 Prozent reduziert, bzw. der absolute Anteil auf 70 Prozent erhöht werden.
- Die Etikette soll auch für alternative Treibstoffe und Antriebe anwendbar werden. Dazu fehlten bis anhin teilweise die entsprechenden Umrechnungsfaktoren, und bei Elektrizität greifen diese Umrechnungsfaktoren zu kurz, denn Elektrizität stellt einen hochwertigen Sekundärenergieträger dar, dessen Herstellung mit teils beträchtlichen Energieverlusten verbunden ist. Neu soll deshalb die gesamte Wirkungskette berücksichtigt werden: Die Berechnung der Energieeffizienz basiert statt auf den Endenergieverbrauch („tank-to-wheel“) neu auf den Primärenergieverbrauch („well-to-wheel“). Analoges gilt für den g CO₂/km-Wert: Bei Elektrofahrzeugen werden die mittleren CO₂-Emissionen aus der Stromherstellung berücksichtigt.
- Als Vergleichswert soll nicht mehr der durchschnittliche Energieverbrauch der *angebotenen* Neuwagenmodellvarianten auf der Energieetikette angegeben werden, sondern der Durchschnitt der im Vorjahr *verkauften* Neuwagen.
- Die heutige Definition der Energieeffizienz-Kategorien ist eine Mischung aus Angebots-Siebtelung (das effizienteste Siebtel des Angebots definiert die Kategorie A) und gleichem

Abstand bezüglich der Energieeffizienz (die Kategorien B bis G sind bezüglich Energieeffizienz gleich breit, umfassen damit nicht je ein Siebtel des Angebots). Neu erfolgt die Definition der Kategoriengrenzen am Stichtag durch gleichmässige Aufteilung des Neuwagenangebots auf die sieben Energieeffizienzkategorien A bis G.

- Neu sollen die Kategoriengrenzen und Durchschnittswerte jährlich (statt wie bis anhin alle zwei Jahre) dem technischen Fortschritt angepasst werden. Die Inkraftsetzung der jährlichen Anpassungen erfolgt neu jeweils auf den 1. Januar statt den 1. August.

Aufgabenstellung. Der vorliegende Bericht errechnet die neuen Energieeffizienz-Kategoriengrenzen per 1. Januar 2012. Dabei wird die Berechnungsweise gemäss der neuen EnV angewandt (die wichtigsten Änderungen wurden obenstehend umschrieben). Das methodische Vorgehen entspricht im Weiteren den Vorgängerberichten (ETH 2008 für die Anpassung per 1. Juli 2008; EBP 2010 für die Anpassung per 1. Juli 2010). Namentlich wird die so genannte Angebotsflotte erneut auf Basis der TARGA-Datenbank des ASTRA gebildet, mit einem 2-Jahres-Cutoff (Einschluss all jener Neuwagenmodellvarianten, deren Typengenehmigung in den letzten 2 Jahren vor dem Stichtag erstellt wurde). Auch werden erneute verschiedene Plausibilitätschecks durchgeführt namentlich zur Korrektheit der Verbrauchs- und CO₂-Angaben in den Typengenehmigungsdaten.

2 Datenbasis, Benzinäquivalente, Energieeffizienz

2.1 Datenbasis

Ausgangsdaten. Aus der TARGA-Datenbank des ASTRA wurde ein Auszug erstellt mit jenen 6497 Typengenehmigungen für Personenwagen, welche in den 24 Monaten zwischen dem 1. Juni 2009 und dem 31. Mai 2011 neu ausgestellt wurden. Typengenehmigungen für Fahrzeuge, die ihren Energieverbrauch nach Artikel 97 Absatz 4 VTS nicht ausweisen müssen, werden nicht betrachtet. Für jede Typengenehmigung hat das ASTRA aus den TARGA-Daten, falls innerhalb der Typengenehmigung mehrere Fahrzeugvarianten mit unterschiedlichem Leergewicht und Treibstoffverbrauch geführt werden, die gemäss EnV-Anhang 3.6 Art. 2.7.5 relevante Variante zugeordnet (jene mit dem höchsten Leergewicht). Für Fahrzeuge, welche mit mehreren Treibstoffen betrieben werden können (E85, Gas, LPG, Plug-in-Hybride), ist der Treibstoffverbrauch für jeden Treibstoff aufgeführt (bei 16 Euro-4-E85-Typengenehmigungen konnte der E85-Treibstoffverbrauch nicht gemessen werden, weil kein Referenztreibstoff bestimmt war).

Löschen der Parallelimporte. In den Ausgangsdaten sind 956 Typengenehmigungen für Parallelimporte (Typengenehmigungs-Code mit „1X...“) enthalten; diese werden aus dem Datensatz gelöscht, weil sie inhaltlich weitgehend identisch sind mit einer zugrunde liegenden „normalen“ Typengenehmigung, und meist je nur für einen oder wenigen Neuwagen verwendet wurden. Würden diese Parallelimport-Typengenehmigungen belassen, bestünde ein einfaches Mittel, um via ausgewählte Parallelimporte direkt die periodische Berechnung der Energieetikette-Kategoriengrenzen zu beeinflussen. Nicht jede zugrundeliegende „normale“ Typengenehmigung ist übrigens automatisch ebenfalls in den Ausgangsdaten enthalten. Dies ist nur dann der Fall, wenn sie zwischen dem 1. Juni 2009 und dem 31. Mai 2011 neu ausgestellt oder geändert wurde. In EBP (2010) wurde untersucht, welchen Einfluss das Löschen bzw. das Belassen der Parallelimporte in den Ausgangsdaten auf die resultierenden Energieetikette-Kategoriengrenzen hat: Mit der gegenwärtigen Typengenehmigungspolitik des ASTRA und der Importeure sind die Unterschiede marginal.

Anzahl Einträge. Die untenstehende Tabelle gibt die Anzahl Typengenehmigungen je Treibstofftyp, sowie je den minimalen und maximalen Treibstoffverbrauch an. Ein Fahrzeug (Plug-in Prius PHV, TG 1TA466) wurde von Treibstoffcode „C“ (Benzinhybrid) nach „R“ (Benzin-Plug-in-Hybrid) umgeteilt. Die 16 E85-Typengenehmigungen ohne vorhandenen E85-Treibstoffverbrauch wurden von Treibstoffcode „K“ (Benzin/E85) nach „B“ umgeteilt.

Treibstoff (TARGA-Code)	Anzahl	Ersttreibstoff				Zweittreibstoff			
		Typ	Einheit	Min.	Max.	Typ	Einheit	Min.	Max.
Benzin (B)	2610	Benzin	L/100km	4.0	21.3				
Benzinhybrid (C)	20	Benzin	L/100km	3.8	12.4				
Diesel (D)	2745	Diesel	L/100km	3.3	12.2				
Elektrisch (E)	15	Elektrizität	Wh/km	130.0	328.0				
Benzin/E85 (K)	91	Benzin	L/100km	6.4	17.0	E85	L/100km	8.5	22.9
Erd-/Biogas CNG (N)	17	CNG	m ³ /100km	7.0	8.9				
Benzin-Plug-inhybrid (R)	2	Benzin	L/100km	1.4	2.6	+ Elektrizität	Wh/km	62.0	135.0
Benzin/CNG (Y)	21	Benzin	L/100km	6.0	9.1	/ CNG	m ³ /100km	6.0	9.5
Benzin/LPG (Z)	20	Benzin	L/100km	6.0	12.1	/ LPG	L/100km	7.2	16.2
<i>Total</i>	<i>5541</i>								

Tabelle 1. Anzahl der Typengenehmigungen sowie den niedrigsten und höchsten vorkommenden Treibstoffverbrauch je Treibstofftyp. Der Zweittreibstoff kann Alternativtreibstoff (E85, CNG, LPG) sein, oder Zusatztreibstoff (Benzin-Plug-in-Hybride) – dann sind die beiden Treibstoffverbräuche zu addieren.

Anzahl der Diesel-Typengenehmigungen. Bemerkenswert ist, dass die Dieselfahrzeuge 2010 30.3% des Absatzes ausmachten (auto-schweiz 2011c), aber im Datensatz über mehr Typengenehmigungen verfügen als die Benzinfahrzeuge. Dies wird einen direkten Einfluss auf die Berechnung der Kategoriengrenzen haben; Benzinfahrzeuge gelangen auf diese Weise schwerer in die Kat. A, und die Kat. A läuft Gefahr, zwar ein Siebtel der Typengenehmigungen im Datensatz zu enthalten, aber weniger als ein Siebtel des real wahrgenommenen Angebots. Grund für den hohen Anteil Diesel-Typengenehmigungen ist die Einführung der Euro-5-Norm, welche bei nahezu allen Dieselaggregaten zu Anpassungen führte, d.h. dass nahezu alle Diesel-Typengenehmigungen in den 24 Monaten vom Juni 2009 bis Mai 2011 ersetzt werden mussten. Daneben könnte infolge der 130-g CO₂/km-Regelung ein Trend in Richtung gesonderter Ökomodellvarianten bestehen, der bei Diesel ausgeprägter ist als bei Benzin. Bei Benzinfahrzeugen gibt es viele Modelle, die zwar neu verkauft wurden, deren Typengenehmigung aber vor dem 1. Juni 2009 erstellt oder letztmals angepasst wurde, so dass diese nicht in die Datenbasis zur Berechnung der Energieetikette-Kategoriengrenzen aufgenommen wurden.

2.2 Qualitätskontrolle

Qualitätskontrolle I. Es wurde eine Qualitätskontrolle der Ausgangsdaten durchgeführt. Eines der Hauptelemente zur Plausibilitätsprüfung der Verbrauchs- und CO₂-Angaben ist der Quotient von kg CO₂ pro kg Treibstoff, Q ,

$$Q = \frac{\text{kg CO}_2}{\text{kg Treibstoff}}.$$

Dieses wird wesentlich vom zugrundeliegenden H/C-Verhältnis bestimmt (hydrogen-to-carbon ratio). Letzteres ist keine exakte Grösse, sondern abhängig vom angenommenen Treibstoff.

Benzin (und Diesel) enthält über 500 verschiedene Kohlenwasserstoffe mit zwischen 3 und 12 Kohlenstoff-Atomen. Der theoretische Energiegehalt von Benzin und Diesel bei der Verbrennung mit Sauerstoff ist lediglich abhängig vom H- und C-Gehalt (die Oktan-Zahl ist nicht direkt abhängig vom Energiegehalt). Unter der Annahme vollständiger Oxidation und stöchiometrischer Verbrennung lauten die beiden wohlbekannten Reaktionsgleichungen $C + O_2 \rightarrow CO_2$ und $2H + 0.5 \cdot O_2 \rightarrow H_2O$. Unter Verwendung gängiger Molekularmassen ($m_H = 1.00794$, $m_C = 12.011$; $m_O = 15.994$) lässt sich daraus der Quotient Q berechnen, wenn man das H/C-Verhältnis kennt:

$$Q = \frac{m_C + 2m_O}{m_C + H/C \cdot m_H}$$

Für Erdgas wird ein H/C-Verhältnis von 4 (100% Methan) angenommen, was einem Q -Verhältnis von 2.743 entspricht.

Ein Datensatz wird genau dann als nicht-plausibel eingestuft, wenn sein Quotient Q (Ist-Wert), unter Berücksichtigung von Rundungseffekten, um mehr als 4% vom Q -Sollwert nach oben oder unten abweicht. Die CO_2 -Emission ist mit drei signifikanten Vor-Komma-Stellen und keiner Nach-Komma-Stelle in den Datenbanken abgelegt, der volumetrische Treibstoffverbrauch mit eins bis zwei Vor-Komma-Stellen und einer Nach-Komma-Stelle. Der maximale Rundungsfehler bei der CO_2 -Emission beträgt also 0.5 g CO_2 /km, beim Treibstoffverbrauch 0.05 Liter Treibstoff/100 km. Die Berücksichtigung der Rundungseffekte geschieht, indem ein minimales Q ($0.1 \times [CO_2 - 0.5] / [Kraftstoffmasse/100km + 0.05]$) und ein maximales Q ($0.1 \times [CO_2 + 0.5] / [Kraftstoffmasse/100km - 0.05]$) berechnet werden. Ist das maximale Q um mehr als 4% unterhalb des Sollwerts oder das minimale Q um mehr als 4% oberhalb des Sollwerts, wird der Datensatz als nicht-plausibel eingestuft.

Es resultieren bei 5541 Datensätzen insgesamt 7 nicht-plausible Datenzeilen (zum Vergleich: mit den gleichen Kriterien wurde in EBP [2010] noch 14 Datenzeilen als nicht-plausibel taxiert). Der Q -Wert aller Datensätze ist in Abbildung 1 gegen die CO_2 -Emission aufgetragen; die 7 nicht-plausible Datensätze sind je speziell mit Kreis markiert.

Die Berücksichtigung der Rundungseffekte ist mathematisch korrekt und wertfrei. Die Grenze von 4% ist hingegen letztlich willkürlich. Bei geringeren Toleranzen (z.B. 3%) würden entsprechend mehr Datensätze als nicht-plausibel eingestuft. Im vorliegenden Bericht geht es vor allem darum, mögliche Gründe für (zu grosse) Abweichungen zwischen Soll- und Ist-Wert zu identifizieren; deshalb wurde die Grenze bei 4% angesetzt.

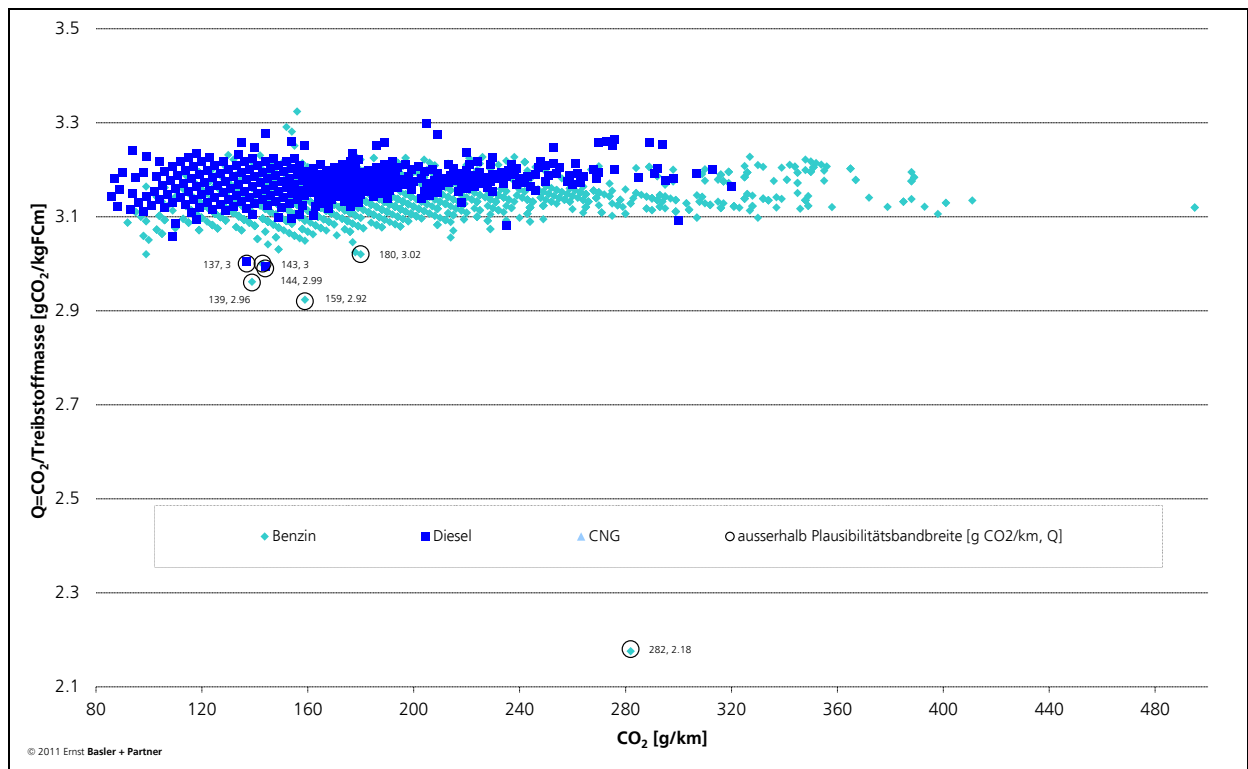


Abbildung 1. Q-Verhältnis aller Modellvarianten der TARGA-Angebotsflotte, aufgetragen nach CO₂-Emission und Treibstoffart. Umkreist sind die nicht-plausiblen Datensätze. Der Zahlencode beim jeweiligen Kreis erlaubt die Zuordnung zum Text.

Qualitätskontrolle II. Als weitere Qualitätskontrolle wurde das Verhältnis der CO₂-Emissionen zum Treibstoffverbrauch, ausgedrückt in Benzinäquivalenten (gemäss VEE-PW Art. 1), berechnet. Dieses Verhältnis sollte für Diesel-, Benzin- und E85-Fahrzeuge nahezu immer gleich sein; für GNG- und LPG-Fahrzeuge resultiert infolge des abweichenden H/C-Verhältnisses ein anderes Zahlenverhältnis.

Die untenstehende Abbildung 2 zeigt diese Verhältnisse grafisch. Generell ist die Datenqualität gut, es zeigen sich 3 fehlerhafte Datensätze. Diese wurden auch schon mit der Qualitätskontrolle I identifiziert, es kommen hier keine zusätzlichen Abweichungen zum Vorschein. Die manuelle Anpassung dieser 3 Datensätze wird im nachfolgenden Abschnitt beschrieben. Die übrigen 4 Datensätze aus der Qualitätskontrolle I werden summarische korrigiert (Anpassung des Verbrauchswerts, bis die Abweichung weniger als 4% beträgt).

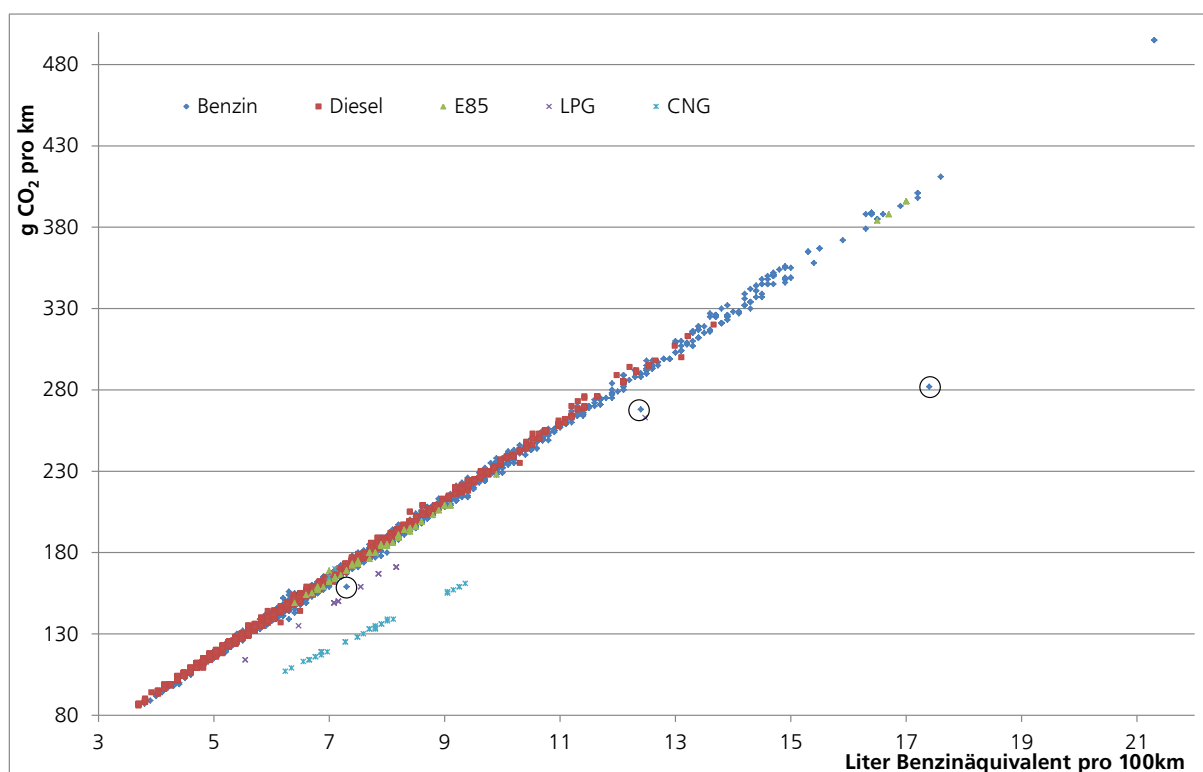


Abbildung 2. Verhältnis der CO_2 -Emissionen zum Treibstoffverbrauch (je Treibstofftyp). Die drei umkreisten Fälle wurden manuell korrigiert.

Korrektur einzelner Datensätze. Im Folgenden wird die Methode der manuellen Korrektur der drei in Abbildung 2 als Ausreisser markierten Datensätzen eingegangen. Der Einfluss dieser Korrekturen auf die resultierenden Kategoriengrenzen ist sehr gering.

1. Der Datenpunkt mit 282 g CO_2/km und 17.4 Liter Benzin pro 100 km stammt von TG 1AF757 (BMW Alpina B7 Biturbo). Offensichtlich sind die CO_2 -Emissionen korrekt, der Treibstoffverbrauch ist unzutreffend; ein Grund konnte nicht eruiert werden. Der Verbrauch wurde manuell auf 12.1 (aus 1AF758, BMW Alpina B7 Biturbo mit 282 g CO_2/km) gesetzt.
2. Der Datenpunkt mit 268 g CO_2/km und 12.4 Liter Benzin pro 100 km stammt von TG 1CA166 (Cadillac Escalade Hybrid) vom 15.11.2010. Die Fahrzeugliste auf energieetikette.ch sowie der TCS-Verbrauchskatalog führen diese Hybridversion nicht. Die aktuell angebotenen Modelle werden von General Motors Europe mit 264 g CO_2/km und 11.1 Liter Verbrauch angegeben. Diese Werte wurden übernommen.
3. Der Datenpunkt mit 159 g CO_2/km und 7.3 Liter Benzin pro 100 km stammt von TG 1SC118 (Seat Exeo TSI 2.0 m6). Es handelt sich offensichtlich um einen Fehleintrag (Kombination des Verbrauchs der 1.8-Liter-Ausführung mit den CO_2 -Emissionen der 2.0.-Liter-Ausführung), der aktuell auch im TCS-Verbrauchskatalog und in der BFE-Fahrzeugliste (energieetikette.ch) zu finden ist. Gemäss Importeurangaben (AMAG) beträgt der Treibstoffverbrauch für die Exeo mit m6-Getriebe 6.9 Liter/100 km, für das multitronic-Getriebe 7.7 Liter/100km. Der Verbrauch der TG 1SC118 wurde entsprechend auf 6.9 korrigiert.

SEAT	EXEO	2.0 TSI Sport (Limousine)	1505	7.3 l/100km	D	159	Benzin
SEAT	EXEO	2.0 TSI Style (Limousine)	1505	7.3 l/100km	D	159	Benzin
SEAT	EXEO	2.0 TSI Advantage (Limousine)	1505	7.3 l/100km	D	159	Benzin
SEAT	EXEO	1.8 TSI Sport (Limousine)	1495	7.3 l/100km	D	169	Benzin
SEAT	EXEO	1.8 TSI Advantage (Limousine)	1495	7.3 l/100km	D	169	Benzin
SEAT	EXEO	1.8 TSI Reference (Limousine)	1495	7.3 l/100km	D	169	Benzin
SEAT	EXEO	1.8 TSI Reference (Limousine)	1495	7.3 l/100km	D	169	Benzin
SEAT	EXEO	1.8 TSI Style (Limousine)	1495	7.3 l/100km	D	169	Benzin
SEAT	EXEO	1.8 TSI Style (Limousine)	1495	7.3 l/100km	D	169	Benzin
SEAT	EXEO	ST 1.8 TSI Advantage (Kombi)	1555	7.4 l/100km	D	172	Benzin
SEAT	EXEO	ST 1.8 TSI Sport (Kombi)	1555	7.4 l/100km	D	172	Benzin
SEAT	EXEO	ST 1.8 TSI Reference (Kombi)	1555	7.4 l/100km	D	172	Benzin
SEAT	EXEO	ST 1.8 TSI Style (Kombi)	1555	7.4 l/100km	D	172	Benzin
SEAT	EXEO	ST 2.0 TSI Advantage (Kombi)	1590	7.7 l/100km	D	179	Benzin
SEAT	EXEO	ST 2.0 TSI Sport multitronic (Kombi)	1590	7.7 l/100km	D	179	Benzin
SEAT	EXEO	ST 2.0 TSI Style multitronic (Kombi)	1590	7.7 l/100km	D	179	Benzin
SEAT	EXEO	2.0 TSI Advantage multitronic (Limousine)	1530	7.7 l/100km	D	179	Benzin
SEAT	EXEO	2.0 TSI Sport (Limousine)	1530	7.7 l/100km	D	179	Benzin
SEAT	EXEO	2.0 TSI Style (Limousine)	1530	7.7 l/100km	D	179	Benzin
SEAT	EXEO	2.0 TSI Style multitronic (Limousine)	1530	7.7 l/100km	D	179	Benzin
SEAT	EXEO	2.0 TSI Sport multitronic (Limousine)	1530	7.7 l/100km	D	179	Benzin

Abbildung 3. Auszug aus der Fahrzeugliste von www.energieetiket.ch (Abruf 15. Juni 2011).

Weiterführender Vergleich. Der Treibstoffverbrauch wird mit einer Kommastelle (i.d.R. zwei signifikante Ziffern), der CO₂-Verbrauch ohne Kommastelle (i.d.R. drei signifikante Ziffern) angegeben. Der Treibstoffverbrauch errechnet sich dabei aus den gemessenen CO₂-Emissionen (plus die C-Anteile der CO-, PM-, und HC-Emissionen). Der Hersteller hat dann aber die Möglichkeit, nicht die gemessenen Werte, sondern einen davon abweichenden „deklarierten Wert“ anzugeben. Der deklarierte Wert darf maximal um 4% niedriger sein als der gemessene. Es kommen jedoch bei CO₂-Emissionen und Treibstoffverbrauch nicht zwingend die gleichen prozentualen Abweichungen zwischen gemessenem und deklariertem Wert zur Anwendung. Überdies haben sich die Vorschriften zur Berechnung des Treibstoffverbrauchs aus den Messwerten von Euro-4 zu Euro-5 leicht geändert. Auch ist die Dichte des Normtreibstoffs je nach Raffinerie leicht unterschiedlich, die Vorschriften geben hier einen Minimal-Maximal-Wertebereich vor.

Dies kann zu Änderungen im Verhältnis von CO₂-Emission zu Treibstoffverbrauch führen, obgleich diese Größen chemisch-physikalisch je Treibstofftyp eng zusammen hängen: Für den gleichen g CO₂/km-Emissionswert findet man verschiedene Verbrauchswerte, obwohl der CO₂-Wert mehr signifikante Stellen aufweist und der Verbrauch aus der CO₂-Messung errechnet wird.

Beispielsweise finden sich in den Ausgangsdaten für den Emissionswert von 159 g CO₂/km Verbrauchswerte von 6.7 bis 7.0 Liter pro 100 km (Abbildung 4). Die tieferen Verbrauchswerte für die Euro-4-Fahrzeuge (EmCode AAEA) erklären sich dabei mit der Vorschriftenänderung von Euro-4 zu Euro-5. Das Beispiel des Nissan Cube andererseits zeigt, dass der Hersteller beim CO₂-Wert den 4%-Spielraum voll ausnutzt (der gemessene Wert liegt um 4% höher als der deklarierte), nicht jedoch beim Treibstoffverbrauch. Auch unter Verwendung der ungünstigsten Dichte würde ein Verbrauch von 6.9 L/100 km resultieren; offenbar wurde der gemessene (d.h. aus dem gemessenen CO₂-Wert berechnete) Wert verwendet.

TG	Marke	Modell	Leergewicht	Treibstoff	Getriebe	EmCode	gCO ₂ /km	L/100km ²
1FB498	FIAT	Punto Abarth	1260	B	m6	AAEA (B04)	159	6.7
1OB394	OPEL	Astra H16R Cv	1278	B	m5	AAEA (B04)	159	6.7
1RB240	RENAULT	Twingo 1.6 16	1124	B	m5	AAEA (B04)	159	6.7
1BB893	BMW	320i Cabrio	1700	B	m6	AJAA (B5a)	159	6.8
1CE143	CITROEN	C4 Picasso 1.6	1628	B	m6a	AJAA (B5a)	159	6.9
1NA446	NISSAN	Cube	1341	B	s	AJAA (B5a)	159	7.0

Abbildung 4. Auszug aus den Typengenehmigungsdaten: Typengenehmigungen mit unterschiedlicher Verbrauchsangabe, aber jeweils 159 g CO₂/km

2.3 Berechnung der Primärenergie-Benzinäquivalente

Um die verschiedenen Treibstofftypen vor der Berechnung der Energieeffizienz vergleichbar zu machen, werden alle Nicht-Benzin-Treibstoffe in Benzinäquivalente umgerechnet. EnV-Anhang 3.6 unterscheidet zweierlei Umrechnungsfaktoren: Solche zur Umrechnung in Benzinäquivalente (berücksichtigen die Energie, welche im Treibstoff selber enthalten ist und für den Antrieb zur Verfügung steht; dies entspricht der Tank-to-Wheel-Betrachtungsweise) und solche zur Umrechnung in Primärenergie-Benzinäquivalente (berücksichtigen zusätzlich jene Energie, welche nötig war, um den Treibstoff herzustellen, der so genannte Well-to-Wheel-Ansatz). Die Benzinäquivalente werden verwendet, um den auf der Energieetikette angegebenen Treibstoffverbrauch vergleichen zu können; sie sind rein informativen Charakters. Für die Berechnung der Energieeffizienz hingegen (und damit für die Ermittlung der Kategoriengrenzen der Energieetikette) werden ausschliesslich die Primärenergie-Benzinäquivalente verwendet.

Gemäss EnV-Anhang 3.6, Art. 2.8, erfolgt bei Personenwagen mit Mehrstoff-Motoren, die gemäss Typengenehmigung mit verschiedenen Energieträgern betrieben werden können, die in der Schweiz flächendeckend angeboten werden, die Berechnung der Energieeffizienz anhand des Energieträgers mit dem tiefsten Primärenergie-Benzinäquivalent. Bei Personenwagen, die gemäss Typengenehmigung teilweise elektrisch angetrieben werden und deren Batterien über das Stromnetz aufgeladen werden können, erfolgt die Berechnung des Benzinäquivalents sowie der Energieeffizienz anhand der Summe aus Strom- und Treibstoffverbrauch

2.4 Berechnung der Energieeffizienz

Für jede Typengenehmigung wird eine Bewertungszahl errechnet. Diese Bewertungszahl stellt die Energieeffizienz im Sinne der Energieetikette dar. Die Energieeffizienz wird berechnet aus einer Mischung aus absolutem Energieverbrauch (ausgedrückt in Primärenergie-Benzinäquivalente) und relativer Energieeffizienz. Das Mischungsverhältnis wird durch den „Relativierungsparameter“, r , festgelegt, und beträgt gemäss EnV-Anhang 3.6, Art. 2.7.3 70% absoluter Energieverbrauch zu 30% relativer Energieeffizienz. Um einen absoluten Energieverbrauch überhaupt mit einer relativer Energieeffizienz „mischbar“ zu machen, müssen beide

Grössen zuerst vergleichbar gemacht (mathematisch ausgedrückt: normiert) werden. Dazu berechnet man für diese beiden Grössen den Mittelwert und die Standardabweichung über alle berücksichtigten Typengenehmigungen (die in den letzten 24 Monaten neu erstellt wurden – siehe Kapitel 2.1). Die beiden Grössen werden dann normiert, so dass für die normierte Grösse der Mittelwert = 0 und die Standardabweichung = 1 beträgt. In mathematischer Notation:

$$BWZ_i = \{(1-r) \cdot E_i' + r \cdot EE_i'\} + 5 \times 100$$

Wobei: r : Relativierungsparameter 0.30

E_i' : normierter absoluter Energieverbrauch des Fahrzeugs i in Liter Primärenergie-Benzinäquivalent pro 100 Kilometer;

EE_i : normierte relative Energieeffizienz des Fahrzeugs i .

$$E_i' = \frac{E_i - \bar{E}}{\sigma_E}, \text{ wobei } \bar{E} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n E_i \text{ und } \sigma_E^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (E_i - \bar{E})^2$$

$$EE_i' = \frac{EE_i - \bar{EE}}{\sigma_{EE}}, \text{ wobei } EE_i = \frac{E_i}{m_i}, \quad \bar{EE} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n EE_i$$

$$\text{und } \sigma_{EE}^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (EE_i - \bar{EE})^2$$

wobei E_i : absoluter Energieverbrauch des Fahrzeugs i in Liter Primärenergie-Benzinäquivalent pro 100 Kilometer;

$\bar{E}$: Mittelwert des absoluten Energieverbrauchs;

σ : Standardabweichung (Streuungsmaß);

n : Anzahl angebotene Fahrzeugtypen;

EE_i : relative Energieeffizienz des Fahrzeugs i ;

$\bar{EE}$: Mittelwert der relativen Energieeffizienz;

m_i : Fahrzeugleergewicht in kg nach Artikel 7 Absatz 1 VTS.

Dabei beträgt $n = 5541$ (siehe Kapitel 2.1). Die Addition der Konstante 5 zur Bewertungszahl und die anschliessende Publikation mit dem Faktor 100 stellen sicher, dass die Bewertungszahlen nie negativ werden und die meisten Werte zwischen 300 und 800 liegen. Im konkreten Fall beträgt die niedrigste Bewertungszahl 296, die höchste 1170. Die Bewertungszahlen sind jeweils auf der zweiten Stelle nach dem Komma zu runden.

Die untenstehende Tabelle 2 zeigt die Mittelwerte und Standardabweichungen für die Normierung, so dass die Bewertungszahlen für die einzelnen Typengenehmigungen berechnet werden können.

Statistische Grösse	Zahlenwert
$\bar{E} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n E_i$	7.168428803
$\sigma_E^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (E_i - \bar{E})^2$	2.124141423
$\bar{EE} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n EE_i$	0.004395196
$\sigma_{EE}^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (EE_i - \bar{EE})^2$	0.001035016

Tabelle 2. Statistische Grössen für die Berechnung der normierten Bewertungszahl je Fshrzeugtyp.

3 Ermittlung der Kategoriengrenzen

Gemäss EnV-Anhang 3.6, Art. 2.9 sind die Personenwagen entsprechend ihrer Energieeffizienz in die Energieeffizienz-Kategorien A–G einzuteilen. Dazu werden die 5541 Fahrzeugtypen entsprechend ihrer Bewertungszahl in aufsteigender Reihe geordnet und gleichmässig in sieben Sektoren aufgeteilt. Die oberen Kategoriengrenzen der Energieeffizienz-Kategorien A–F bestimmen sich nach der Bewertungszahl des letzten in der entsprechenden Kategorie aufgeführten Fahrzeugtyps (die Bewertungszahl wird auf die zweite Stelle nach dem Komma gerundet). Die untenstehende Abbildung 5 zeigt den entsprechenden Quantilplot der Bewertungszahlen (die vertikalen Linien markieren Abschnitte von je einem Siebtel), die Tabelle 3 führt die Zahlenwerte auf und weist den Anteil der Dieselfahrzeuge in jeder Kategorie aus.

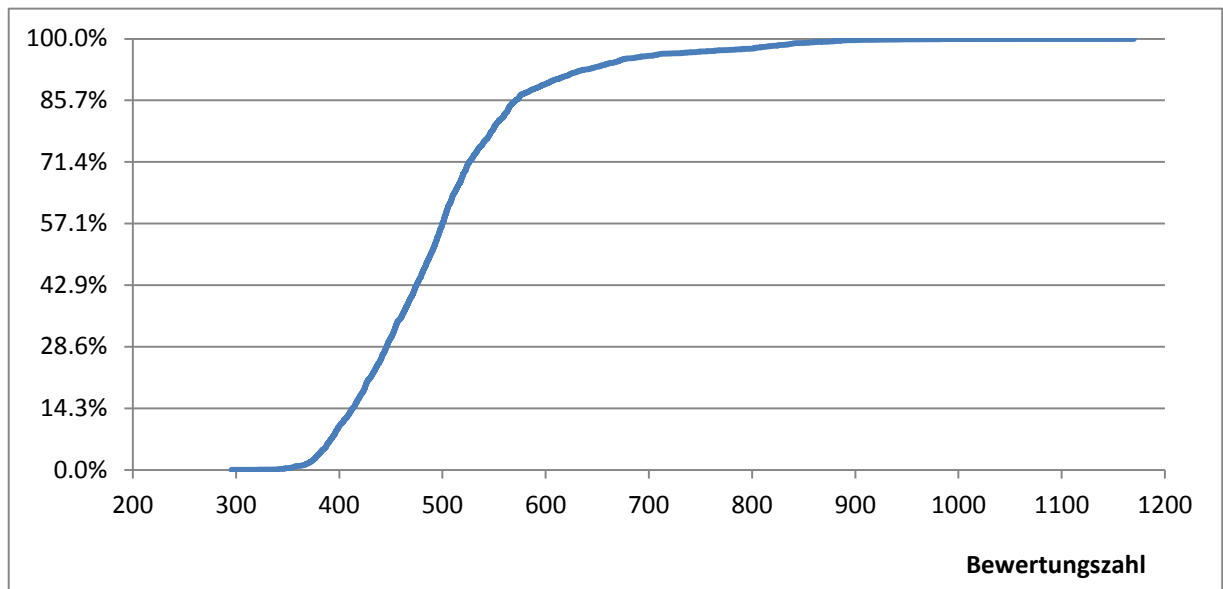


Abbildung 5. Quantilplot der Bewertungszahlen der 5541 Autotypen. Die Septile geben die Grenzen zwischen den Kategorien A bis G der Energieetikette an.

Kat	Anzahl Fahrzeugtypen			Anteil Diesel		BWZ des letzten Typs	BWZ-Grenzen	
	ungerundet*	soll**	ist***	absolut	prozentual		untere	obere
A	791.57	791	791	764	97%	413.07		413.07
B	792.14	792	792	613	77%	445.88	413.08	445.88
C	791.71	791	791	407	51%	474.84	445.89	474.84
D	792.29	792	792	291	37%	499.67	474.85	499.67
E	791.86	791	793	365	46%	525.92	499.68	525.92
F	792.43	792	791	209	26%	570.87	525.93	570.87
G	792.00	792	791	96	12%		570.88	
		5541	5541	2745	50%			

* inkl. Rest (Differenz aus Anzahl ungerundet und Anzahl soll) der vorangehenden Kategorien
 ** abgerundet auf ganze Anzahl Fahrzeugtypen
 *** wenn zwei Fahrzeugtypen am oberen Ende der Kat. die gleiche BWZ aufweisen, ist Soll-Ist-Abweichung möglich

Tabelle 3. Berechnung der Kategoriengrenzen der Energieetikette ab 1. Januar 2012.

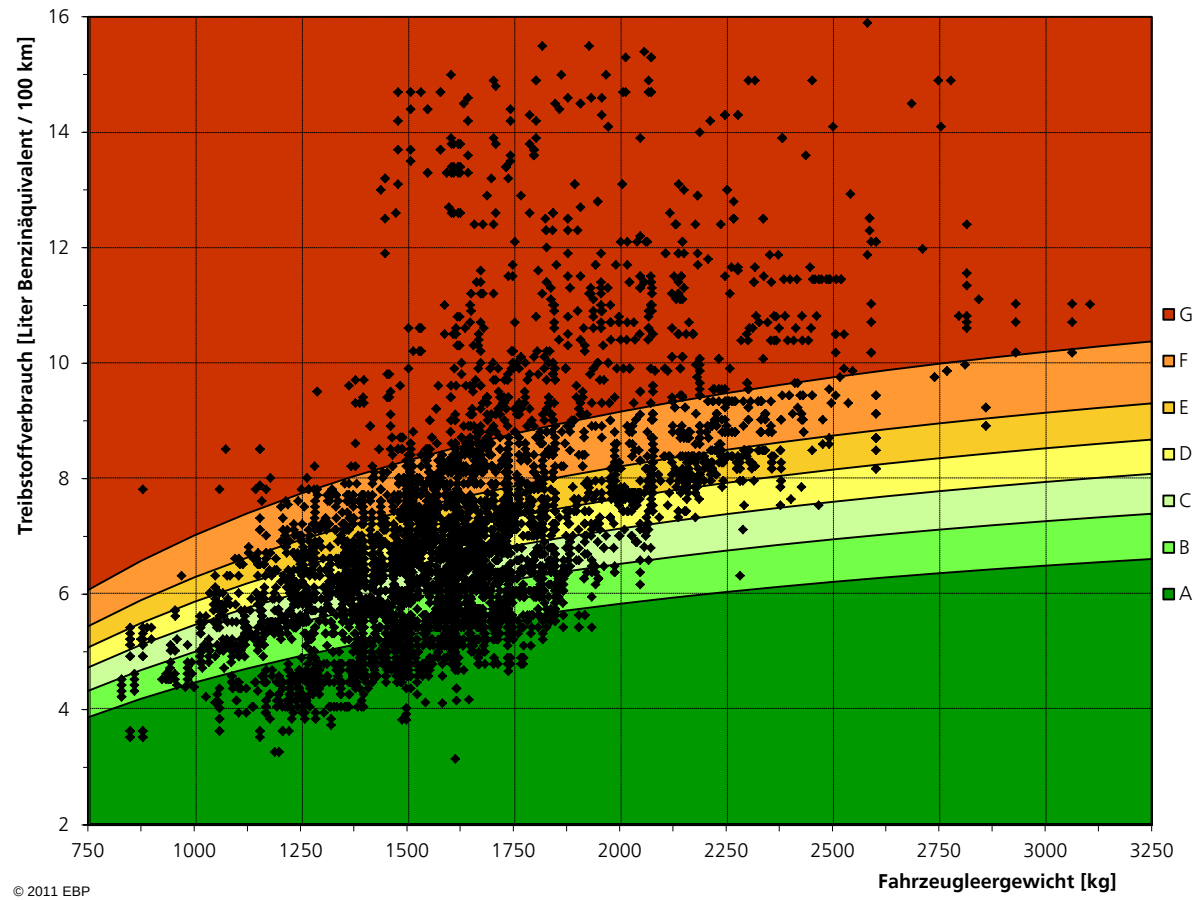


Abbildung 6. Darstellung der Energieetikette-Kategoriengrenzen in Abhängigkeit des Fahrzeugleergewichts und des Treibstoffverbrauchs (farbige Flächen). Ebenfalls eingetragen sind die Fahrzeugtypen der TARGA-Daten, welche für die Berechnung der Kategoriengrenzen verwendet wurden. Auf jede Kategorie entfällt ein Siebtel aller Fahrzeugtypen. Ebenfalls gut ersichtlich ist die Abflachung der Steigung der Kategoriengrenzen bei steigendem Leergewicht.

A1 Mittlerer g CO₂/km-Wert der Neuzulassungen von Juni 2010 bis Mai 2011

Ausgangslage. Auf der Energieetikette ist neu (EnV-Anhang 3.6, Art. 2.6.1) als Informations-element der mittlere g CO₂/km-Wert der neu immatrikulierten Personenwagen aufzuführen. Bisher wurde der Mittelwert aller angebotenen Neuwagenmodellvarianten aufgeführt, dieser Wert ist jedoch deutlich höher als das Marktmittel der tatsächlich verkauften Neuwagen. Als Zeitraum ist dazu der 1. Juni des Vorjahres bis inklusive 31. Mai des laufenden Jahres zu verwenden (EnV-Anhang 3.6, Art. 2.6.2).

MOFIS-Datenbasis. Für die Berechnung werden die MOFIS-Daten des ASTRA verwendet. Es werden die Erstinverkehrssetzungen zwischen 1. Juni 2010 und 31. Mai 2011 betrachtet, wie sie in der MOFIS-Datenbank per 31. Mai 2011 vorliegen. Erstinverkehrssetzungen, welche bis 31.05.2011 bereits wieder exmatrikuliert wurden (wegen Defekt, Unfall, Export oder Re-Export), fallen ausser Betracht. Die Zuordnung von TG-Informationen (auf der Ebene von Getriebevarianten wie z.B. „a6“ und „a6m“) zu den MOFIS-Datensätzen wurde bereits vom ASTRA durchgeführt.

Ausschluss von Datensätzen. Es gibt zwei Gründe für den Ausschluss einzelner Neuzulassungen aus den Basisdaten. Diese Ausschlüsse wurden bereits vom ASTRA vorgenommen:

- 1) Datensätze, welchen keine Typengenehmigung (und damit kein g CO₂/km-Wert) zugeordnet werden kann, werden nicht berücksichtigt.
- 2) Vorführ- und Jahreswagen, welche im betreffenden Zeitraum erstmals immatrikuliert wurden (bis dahin zum Beispiel mit einer „Garagennummer“ im Verkehr), bei der Erstimmatrikulation jedoch mehr als 2000 km Fahrleistung aufweisen, ausgeschlossen werden (EnV-Anhang 3.6, Art. 2.6.1 und 2.6.2). Dies ist umsetzbar, weil Erstinverkehrssetzungen mit einer Fahrleistung von mehr als 2000 km als „gebraucht“ gekennzeichnet werden.

Relevante CO₂-Emissionswerte. Bei Personenwagen gemäss EnV-Anhang 3.6, Art 2.6.3, welche für die Verwendung von in der Schweiz flächendeckend angebotenen Gemischen aus fossilen und biogenen Treibstoffen typengenehmigt sind, werden die gesamten CO₂-Emissionen verwendet, nicht nur der klima-relevante (fossile) Anteil. Bei elektrisch angetriebenen Personenwagen, deren Batterien über das Stromnetz aufgeladen werden können (EnV-Anhang 3.6, Art. 2.6.4), werden die CO₂-Emissionen als Null eingesetzt; die CO₂-Emissionen gemäss EnV-Anhang 3.6 Art 2.6.4 bzw. VEE-PW Art. 2 kommen hier nicht zur Anwendung.

Plausibilitätsprüfung der MOFIS-Daten. Es wurden im Sinne einer Qualitätskontrolle einige Tests durchgeführt, welche geeignet sind, allfällige systematische Fehler zu erkennen. Die folgenden Aspekte wurden plausibilisiert: Die Anzahl der Neuzulassungen; die Konsistenz der mitt-

leren g CO₂/km-Werte, des mittleren Gewichts und des Dieselanteils; das Jahr der ersten Ausstellung der Typengenehmigungen sowie den Anteil der Basisdaten, deren Typengenehmigungen Teil der Ausgangsdaten (siehe Kapitel 2 des vorliegenden Kurzberichts) sind.

Test 1, Anzahl Neuzulassungen. Gemäss den Monatszahlen von auto-schweiz (2011a,b), welche ihrerseits auf Auswertungen des ASTRA beruhen, wurden von Juni bis Dez. 2010 177'283, von Jan. bis Mai 2011 130'388, insgesamt in der Periode Juni 2010 bis Mai 2011 also 307'671 neue Personenwagen immatrikuliert. Dies vergleicht sich mit den 296'213 Datensätzen in den MOFIS-Daten. Die Differenz zu 307'671 erklärt sich mit Parallel- und Direktimporten (gemäss auto-schweiz [2011c] ca. 10'000 im Jahr 2010) und dem Ausschluss von Datensätzen aus oben genanntem Grund (gemäss Angaben des ASTRA wurden 2278 Datensätzen ausgeschlossen). Die Anzahl der Datensätze in den MOFIS-Daten erscheint damit plausibel.

Test 2, Konsistenz der mittleren g CO₂/km-Werte, des mittleren Leergewichts und des Dieselanteils mit der Trendschätzung: Die linear auf den Bemessungszeitraum extrapolierten Werte betragen 157 (Benzin) bzw. 161 (Diesel) g CO₂/km. Dies stimmt sehr gut mit der MOFIS-Datenbasis überein (ebenfalls 157 bzw. 161 g CO₂/km). Beim Leergewicht zeigen sich Abweichungen (Daten: Benzin 1368 kg, Diesel 1709 kg), ebenso beim Dieselanteil (linear extrapolierte Trendschätzung: 30.7%; Basisdaten: 31.5%). Die Basisdaten zeigen damit nochmals verstärkt den schon 2010 beobachtbaren, durch den guten Konjunkturverlauf mit beeinflussten Trend hin zu leicht schwereren Fahrzeugen. Dies konnte durch die noch von zurückhaltendem Neuwagenkaufverhalten geprägte Trendschätzung nur teilweise abgebildet wird. Die mittleren Eckdaten der MOFIS-Daten erscheinen damit plausibel.

Zeitraum	Benzin		Diesel	
	Leergewicht [kg]	CO ₂ [g/km]	Leergewicht [kg]	CO ₂ [g/km]
2000 Jan-Dez	1340	207	1567	175
2001 Jan-Dez	1360	206	1582	176
2002 Jan-Dez	1363	202	1621	181
2003 Jan-Dez	1383	199	1647	181
2004 Jan-Dez	1394	196	1656	178
2005 Jan-Dez	1402	193	1665	176
2006 Jan-Dez	1409	190	1690	181
2007 Jan-Dez	1406	184	1707	181
2008 Jan-Dez	1368	175	1687	176
2009 Jan-Dez	1350	165	1684	171
2010 Jan-Dez	1351	159	1697	164
Trendschätzung: Jun 2010-Mai 2011	1351	157	1702	161

Tabelle 4. Historische Jahresmittel für Leergewicht und g CO₂/km-Wert der Neuzulassungen, getrennt für Benzin und Diesel, sowie Trendschätzung für die Periode Juni 2010 bis inkl. Mai 2011 (linear extrapoliert, ausgehend von den Zahlen für 2009 und 2010). Unter „Benzin“ werden hier alle Nicht-Diesel-Fahrzeuge subsummiert.

Test 3a, Anteil der Typengenehmigungen der Neuzulassungen, welche auch Teil der Datenbasis für die Berechnung der neuen Energieetikette-Kategoriengrenzen sind.

2308 Autotypen, auf welche 73'641 (24.9% von 296'213) Neuzulassungen entfallen, haben eine Typengenehmigung, welche nicht in den TARGA-Ausgangsdaten gemäss Kapitel 2 des vorliegenden Berichts enthalten sind. Die übrigen 3948 Autotypen vereinen 75.1% der Neuzulassungen auf sich und laufen unter einer Typengenehmigung, welche auch Teil der Ausgangsdaten ist. Der Anteil von 24.9% ist kein Hinweis auf Implausibilität. Grundsätzlich ist bekannt, dass eine Typengenehmigung durchaus länger als 24 Monate real für Importe „in Gebrauch“ sein kann, so dass in der Berichtsperiode Neuzulassungen auf Typengenehmigungen entfallen, welche nicht für die Berechnung der Kategoriengrenzen herangezogen werden.

Test 3b, Jahr der Erstzulassung der Typengenehmigungen der Neuzulassungen. Auch wenn, wie voranstehend erläutert, ein substanzieller Anteil der Neuzulassungen unter einer Typengenehmigung erstimmatrikuliert wird, welcher vor mehr als 24 Monaten erstellt wurde, kann die Verwendung einer mehr als ca. fünf Jahre alten Typengenehmigung ein Indiz sein, dass es sich nicht um eine Neuzulassung im Sinne der EnV handelt. Eine scharfe Grenze gibt es jedoch nicht. Unter Hinzunahme eines auch ältere Typengenehmigungen umfassenden Datensatzes wurde analysiert, wie viele Neuzulassungen unter einer „alten“ Typengenehmigung in der MOFIS-Datenbasis vorkommen. Solche Fahrzeuge können legal importiert, dann aber über Jahre nicht in den Verkehr gebracht worden sein, oder es kann sich um Re-Immatrikulationen, Fehleinträge oder Importe als Gebrauchtwagen aus dem Ausland handeln – die letztgenannten Fälle sind allerdings können allerdings in MOFIS identifiziert werden, weil Fahrzeuge, welche bei der erstmaligen Inverkehrsetzung mehr als 2000 km Fahrleistung aufweisen, eine „gebraucht“-Kennzeichnung erhalten. Bei all diesen Fällen ist jedoch zumindest fraglich, ob es sich noch um Neuzulassungen im Sinne von EnV-Anhang 3.6 handelt, weshalb ihre Anzahl von Interesse ist.

Unter der Typengenehmigung 1SC345 (Scoda Octavia Kombi Benzin 1.8, m5) wurde 1 Neuzulassung registriert; diese Typengenehmigung wurde im Jahre 2000 erstmals erstellt. 1 Neuzulassung wurde unter der Typengenehmigung 1BA997 (BMW M3 Benzin 3.3, m6) registriert, diese Typengenehmigung wurde im Jahre 2003 erstmals erstellt. 27 Neuzulassungen laufen unter der Typengenehmigung 1SB755 (Seat Alhambra Benzin 1.8, m6) aus dem Jahr 2003, 9 unter 1TA497 (die ältere, 2. Generation des „2003er“ Prius). Weitere 1875 Neuzulassungen laufen unter Typengenehmigungen, welche vor dem 1.1.2006 neu erstellt oder letztmals geändert wurden. Das Ausmass von älteren Typengenehmigungen ist damit unterhalb von 1% (1'913 von 29'213) und hat einen nur geringen Einfluss auf die Ermittlung des mittleren g CO₂/km-Werts der Neuzulassungen vom Juni 2010 bis Mai 2011.

Resultat. Auf der Energieetikette ist zur Konsumenteninformation der mittlere g CO₂/km-Wert der Neuzulassungen vom Juni 2010 bis Mai 2011 anzugeben. Die betreffenden 296'213 MOFIS-Datensätze haben einen mittleren g CO₂/km-Wert von 158.58 g CO₂/km, ohne Stelle nach dem Komma gerundet 159 g CO₂/km.

A2 Literatur

- auto-schweiz (2011a). Zahlen zu den immatrikulierten neuen Personenwagen je Modell und Monat für 2010. Exceldatei, Download am 7. Juni 2011 vom www.auto-schweiz.ch
- auto-schweiz (2011b). Zahlen zu den immatrikulierten neuen Personenwagen je Modell und Monat für 2011 (bis inkl. Mai). Exceldatei, Download am 7. Juni 2011 vom www.auto-schweiz.ch
- auto-schweiz (2011c). 15. Berichterstattung im Rahmen der Energieverordnung über die Absenkung des spezifischen Treibstoff-Normverbrauchs von Personenwagen 2011. Bern, 18. April 2011, 33 Seiten
- BFE (2011). Anhörung zur Revision der Energieverordnung (EnV): Überarbeitung der Energieetikette für Personenwagen. Bern, 17. Februar 2011 (Begleitschreiben, Versandliste, Erläuterungen, EnV-Entwurf, VEE-PW-Entwurf)
- EBP (2010). Energieetikette für Personenwagen: Anpassung der Grenzen der Effizienz-kategorien per 1. Juli 2010. Im Auftrag BFE, Zollikon, 19. Januar 2010, 21 Seiten.
- EnG Energiegesetz vom 26. Juni 1998 (Stand am 1. Januar 2011) SR 730.0
- EnV Energieverordnung vom 7. Dezember 1998 (Stand am 1. Juni 2011) SR 730.01
- ETH (2008). Energieetikette für Personenwagen: Anpassungen Grenzen der Effizienzkategorien per 1. Juli 2008. Technischer Bericht im Auftrag BFE. ETH-IED NSSI Report EMDM1543. Zürich, 17. Januar 2008, 20 Seiten.
- VEE-PW Verordnung des UVEK über Angaben auf der Energieetikette von neuen Personenwagen vom 8. September 2004 (Stand am 1. Juli 2010) SR 730.011.1