



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

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

Schlussbericht 31. Juli 2017

Energieetikette für Neuwagen: Anpassung der Kategoriengrenzen und mittlerer CO₂- Wert der Neuzulassungen per 1.1.2018

Auftraggeber:

Bundesamt für Energie BFE
Sektion Mobilität
Thomas Weiss
CH-3003 Bern
www.bfe.admin.ch

Auftragnehmer:

EBP Schweiz AG
Zollikerstrasse 65
CH-8702 Zollikon
www.ebp.ch

Autoren:

Roberto Bianchetti, EBP Schweiz AG, roberto.bianchetti@ebp.ch
Peter de Haan, EBP Schweiz AG, peter.dehaan@ebp.ch

Für den Inhalt und die Schlussfolgerungen sind ausschliesslich die Autoren dieses Berichts verantwortlich.

Zusammenfassung

Sämtliche neuen Personenwagen, die in Verkehr gebracht oder abgegeben werden, müssen gemäss Anhang 3.6 der Energieverordnung mit Angaben zu Energieeffizienz, Treibstoffverbrauch und CO₂-Emissionen versehen werden.

Zur Bestimmung der Energieeffizienz werden die Fahrzeuge in sieben Energieeffizienz-Kategorien (A bis G) eingeteilt. Die Kategoriengrenzen werden jährlich neu berechnet. Sie werden jeweils per 1. August kommuniziert und ab 1. Januar des Gültigkeitsjahres in Kraft gesetzt.

Der vorliegende Bericht zeigt die Berechnung der Energieeffizienz-Kategorien per 1. Januar 2018 auf. Als Basis dienten die Typengenehmigungen für Personenwagen, die in den 24 Monaten zwischen dem 1. Juni 2015 und dem 31. Mai 2017 neu ausgestellt oder geändert wurden. Insgesamt wurden 12'826 Typengenehmigungen berücksichtigt.

Zusätzlich muss als Informationselement der mittlere g CO₂/km-Wert aller neu immatrikulierten Personenwagen angefügt werden. Dieser Wert wurde auf Basis der Erstinverkehrsetzungen zwischen dem 1. Juni 2016 und dem 31. Mai 2017 berechnet und beträgt für das Jahr 2018 133 g/km. Der vorliegende Bericht beschreibt die Berechnung des Wertes und plausibilisiert diesen.

Résumé

Conformément à l'appendice 3.6 de l'ordonnance sur l'énergie, toutes les voitures de tourisme neuves mettent en circulation ou fournit doivent être accompagnées d'indications sur leur efficacité énergétique, leur consommation de carburant et leurs émissions de CO₂.

Afin de déterminer leur efficacité énergétique, les voitures sont réparties en sept catégories (A à G). Les limites de ces catégories sont recalculées chaque année. Elles sont communiquées le 1^{er} août et entrent en vigueur le 1^{er} janvier de leur année de validité.

Le présent rapport décrit le calcul des catégories d'efficacité énergétique au 1^{er} janvier 2018. Ce calcul se fonde sur les réceptions par type des voitures de tourisme nouvellement établies ou modifiées au cours des 24 derniers mois (du 1^{er} juin 2015 au 31 mai 2017). Un total de 12 826 réceptions par type sont prises en compte.

La valeur moyenne des émissions de CO₂ en grammes par kilomètre de toutes les voitures de tourisme nouvellement immatriculées doit en outre être indiquée. Cette valeur est calculée sur la base d'une première mise en service entre le 1^{er} juin 2016 et le 31 mai 2017. Elle correspond à 133 g/km pour l'année 2018. Le présent rapport décrit le calcul de la valeur et le crédibilise.

Sintesi

Conformemente all'appendice 3.6 dell'ordinanza sull'energia, tutte le nuove automobili commercializzate o cedute devono recare indicazioni relative all'efficienza energetica, al consumo di carburante e alle emissioni di CO₂.

Ai fini della determinazione dell'efficienza energetica, i veicoli vengono suddivisi in sette categorie dalla A alla G. I limiti di queste categorie vengono ricalcolati ogni anno, comunicati il 1° agosto e posti in vigore il 1° gennaio dell'anno di validità.

Il presente rapporto illustra il calcolo delle categorie di efficienza energetica valide a partire dal 1° gennaio 2018. La base di calcolo utilizzata sono le approvazioni del tipo per automobili rilasciate o modificate nei 24 mesi compresi tra il 1° giugno 2015 e il 31 maggio 2017. Sono state prese in considerazione complessivamente 12 826 approvazioni del tipo.

Inoltre, quale elemento di informazione, è stato aggiunto il valore medio di grammi di CO₂/km relativo a tutte le nuove automobili immatricolate. Nel 2018 tale valore, calcolato sulla base della prima immatricolazione tra il 1° giugno 2016 e il 31 maggio 2017, è pari a 133 g/km. Il presente rapporto descrive il calcolo del valore medio summenzionato e ne plausibilizza il risultato.

Inhaltsverzeichnis

1.	Ausgangslage und Aufgabenstellung	7
2.	Datenbasis, Benzinäquivalente, Energieeffizienz	7
2.1	Datenbasis	7
2.2	Qualitätskontrolle	9
2.3	Korrektur einzelner Datensätze	10
2.4	Berechnung der Primärenergie-Benzinäquivalente	11
2.5	Berechnung der Energieeffizienz	12
3.	Ermittlung der Kategoriengrenzen	14

Anhang

A1	Mittlerer g CO ₂ /km-Wert der Neuzulassungen	16
A2	Literatur	19
A3	Bereinigung TARGA-Datensatz	20

1. Ausgangslage und Aufgabenstellung

Ausgangslage. Seit 2003 sind sämtliche neuen Personenwagen, die zum Verkauf angeboten werden, mit der Energieetikette zu kennzeichnen. Diese enthält Angaben zur Energieeffizienz, zum Treibstoffverbrauch und zu den CO₂-Emissionen. Die Fahrzeuge werden in sieben Energieeffizienz-Kategorien (A bis G) eingeteilt. Die Energieetikette ist obligatorisch anzubringen am Verkaufsstützpunkt für jene neuen Personenwagen mit einem zulässigen Gesamtgewicht von maximal 3500 kg und maximal 9 Sitzplätzen inkl. Führer. Die Kennzeichnungspflicht stützt sich auf Art. 8 Energiegesetz (EnG; bzw. Art. 44 des per 1. Januar 2018 in Kraft tretenden total revidierten EnG) in Verbindung mit den Art. 7 und 11 sowie Anhang 3.6 der Energieverordnung (EnV)¹. Im Anhang 3.6 sind das Design der Etikette, die Berechnung der Kategoriengrenzen und die periodische Anpassung der Energieeffizienz-Kategorien an den technischen Fortschritt festgelegt. Die Berechnung erfolgt jährlich, jeweils auf den 1. August. Dadurch wird sichergestellt, dass die Autobranche genügend Zeit hat, die Marketing- und Verkaufsunterlagen anzupassen. Die Inkraftsetzung erfolgt auf den 1. Januar des Gültigkeitsjahres. Weitere Details werden geregelt in der Verordnung des UVEK über Angaben auf der Energieetikette von neuen Personenwagen (VEE-PW).

Aufgabenstellung. Der vorliegende Bericht errechnet die neuen Energieeffizienz-Kategoriengrenzen per 1. Januar 2018. Dabei wird die Berechnungsweise gemäss EnV angewandt. Das methodische Vorgehen ist unverändert zu den Vorgängerberichten (BFE 2008, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016). 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 Stichdatum des 31. Mai erstellt wurde). Auch werden erneut 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 17'520 Typengenehmigungen für Personenwagen, welche in den 24 Monaten zwischen dem 1. Juni 2015 und dem 31. Mai 2017 neu ausgestellt oder geändert wurden. Typengenehmigungen für Fahrzeuge, die ihren Energieverbrauch nach Artikel 97 Absatz 4 VTS nicht ausweisen müssen, werden nicht betrachtet. Falls innerhalb der Typengenehmigung mehrere Fahrzeugvarianten mit unterschiedlichem Leergewicht und Treibstoffverbrauch geführt werden, hat das ASTRA aus den TARGA-Daten für jede Typengenehmigung die gemäss EnV-Anhang 3.6 Ziff. 7.5 relevante Variante zugeordnet (jene mit dem höchsten Leergewicht). Für Fahrzeuge, welche mit mehreren Treibstoffen betrieben werden können (Bifuel-Fahrzeuge für E85, CNG oder LPG; sowie Plug-in-Hybride/Range-Extender), ist der Treibstoffverbrauch für jeden Treibstoff aufgeführt. Bei der diesjährigen Berechnung wurden erstmals Wasserstoff-Fahrzeuge integriert.

¹ Die angegebenen EnV-Artikel beziehen sich im ganzen Bericht auf das zum Publikationszeitpunkt gültige Recht. Per 1.1.2018 ist eine Totalrevision der EnV geplant.

Löschen der Parallelimporte. In den Ausgangsdaten sind 4'694 (im Vorjahr waren es 4'523, im Jahr davor 3'864) 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 wenige 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 (durch den Parallelimport von Fahrzeugtypen mit schlechter Energieeffizienz in der Vorperiode verschiebt sich die neu berechnete Grenze zwischen den Kategorien A und B, weil die Kategorie A genau ein Siebtel aller angebotenen Fahrzeugtypen zu umfassen hat). In BFE (2010) wurde untersucht, welchen Einfluss das Löschen bzw. das Belassen der Parallelimporte in den Ausgangsdaten auf die resultierenden Energieetikette-Kategoriengrenzen hat: Die Unterschiede sind marginal.

Anzahl Einträge. Die untenstehende Tabelle gibt die Anzahl Typengenehmigungen je Treibstofftyp, sowie je den minimalen und maximalen Treibstoffverbrauch an. Bemerkenswert ist, dass bei den Kategorien K und Z keine Typengenehmigungen vorkommen.

Treibstoff	Anzahl	Ersttreibstoff				Zweitreibstoff			
		Typ	Einheit	Min.	Max.	Typ	Einheit	Min.	Max.
Benzin (B)	5'637	Benzin	L/100km	3.8	22.5				
Benzinhybrid (C)	57	Benzin	L/100km	3.0	14.6				
Diesel (D)	6'726	Diesel	L/100km	3.0	9.9				
Dieselhybrid (F)	63	Diesel	L/100km	3.5	6.2				
Elektrisch (E)	83	Elektr.	kWh/100km	11.5	63.5				
Benzin/E85 (K)	0	Benzin	L/100km	0	0	oder E85	L/100km	0	0
Erd-/Biogas CNG	34	CNG	m ³ /100km	4.4	6.8				
B-Pluginhybrid (R)	98	Benzin	L/100km	0.6	3.4	<u>und</u> Elektr.	kWh/100km	7.2	15.9
D-Pluginhybrid (S)	8	Diesel	L/100km	1.7	2.1	<u>und</u> Elektr.	kWh/100km	17.0	19.0
Wasserstoff (X)	1	H ₂	m ³ /100km	8.4	8.4				
Benzin/CNG (Y)	119	Benzin	L/100km	4.5	7.4	oder CNG	m ³ /100km	4.7	12.6
Benzin/LPG (Z)	0	Benzin	L/100km	0	0	oder LPG	L/100km	0	0
Total	12'826								

Tabelle 1. Anzahl der Typengenehmigungen, sowie der niedrigste und höchste vorkommende Treibstoffverbrauch je Treibstofftyp (TARGA-Code). Der Zweitreibstoff kann Alternativtreibstoff (E85, CNG, LPG) sein, oder Zusatztreibstoff (B-Plug-in-Hybride) – im zweiten Fall sind die beiden Treibstoffverbräuche zu addieren.

Anzahl der Diesel-Typengenehmigungen. Bemerkenswert ist, dass die Dieselfahrzeuge 2016 39.5% des Absatzes ausmachten (EBP 2017), aber im Datensatz über mehr Typengenehmigungen verfügen als die Benzinfahrzeuge (52.9% aller Typengenehmigungen entfallen auf Dieselfahrzeuge). Dies hat einen direkten Einfluss auf die Berechnung der Kategoriengrenzen; für Benzinfahrzeuge ist es dadurch schwieriger, in die Kat. A zu gelangen, und die Kat. A läuft Gefahr, zwar ein Siebtel der Typengenehmigungen im Datensatz zu enthalten, aber weniger als ein Siebtel des real wahrgenommenen Angebots. Dies war bereits in den letzten fünf Jahren der Fall. Hauptgrund für den hohen Anteil Diesel-Typengenehmigungen sind die CO₂-Emissionsvorschriften; im Hinblick auf das 95 g CO₂/km-Ziel besteht ein Trend in Richtung gesonderter Typengenehmigungen für Ökomodellvarianten, der sich vor allem bei dieselbetriebenen Modellvarianten manifestiert.

2.2 Qualitätskontrolle

Es wurde eine Plausibilitätsprüfung der Verbrauchs- und CO₂-Angaben durchgeführt, auf Basis des Quotients 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 $\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$ und $2\text{H} + 0.5 \cdot \text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O}$. Unter Verwendung gängiger Molekularmassen ($m_{\text{H}} = 1.00794$, $m_{\text{C}} = 12.011$; $m_{\text{O}} = 15.994$) lässt sich daraus der Quotient Q berechnen, wenn man das H/C-Verhältnis kennt:

$$Q = \frac{m_{\text{C}} + 2m_{\text{O}}}{m_{\text{C}} + \text{H/C} \cdot m_{\text{H}}}$$

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

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.

Dies kann zu Änderungen im Verhältnis von CO₂-Emission zu Treibstoffverbrauch führen, obgleich diese Grössen chemisch-physikalisch je Treibstofftyp eng zusammenhängen: 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.

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 CO₂-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 CO₂-Emission beträgt also 0.5 g CO₂/km, beim Treibstoffverbrauch 0.05 Liter Treibstoff/100 km. Die Berücksichtigung der Rundungseffekte geschieht, indem ein minimales Q ($0.1 \times [\text{CO}_2 - 0.5] / [\text{Kraftstoffmasse}/100\text{km} + 0.05]$) und ein maximales Q ($0.1 \times [\text{CO}_2 + 0.5] / [\text{Kraftstoffmasse}/100\text{km} - 0.05]$) 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 12'826 Datensätzen 6 nicht-plausible Datenzeilen (im Vorjahr: 11, im Jahr davor 9).

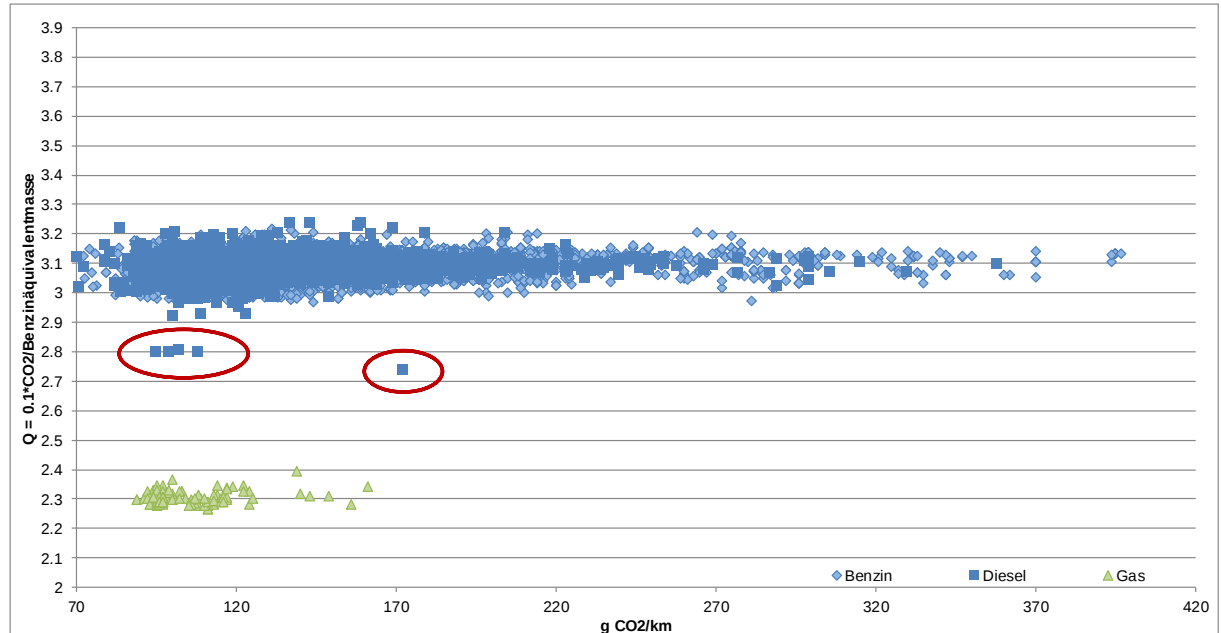


Abbildung 1. Q -Verhältnis aller Modellvarianten der TARGA-Angebotsflotte, aufgetragen nach CO_2 -Emission und Treibstoffart. Umkreist sind die nicht-plausiblen Datensätze. Diese werden im nachstehenden Kapitel diskutiert und korrigiert.

2.3 Korrektur einzelner Datensätze

Im Folgenden wird auf die Methode der manuellen Korrektur der 6 als Ausreisser identifizierten Datensätze eingegangen. Der Einfluss dieser Korrekturen auf die resultierenden Kategorien-grenzen ist sehr gering.

1. Typengenehmigung 1PB887, Peugeot 508 SW 2.0HDi HY: Der $\text{g CO}_2/\text{km}$ -Wert von 90 wurde auf 98 $\text{g CO}_2/\text{km}$ korrigiert.
2. Typengenehmigung 1PB936, Peugeot 508 SW 2.0HDi HY: Der $\text{g CO}_2/\text{km}$ -Wert von 90 wurde auf 98 $\text{g CO}_2/\text{km}$ korrigiert.
3. Typengenehmigung 1PB888, Peugeot 508 SW 2.0HDi HY: Der $\text{g CO}_2/\text{km}$ -Wert von 95 wurde auf 102 $\text{g CO}_2/\text{km}$ korrigiert.
4. Typengenehmigung 1PB937, Peugeot 508 SW 2.0HDi HY: Der $\text{g CO}_2/\text{km}$ -Wert von 95 wurde auf 102 $\text{g CO}_2/\text{km}$ korrigiert.
5. Typengenehmigung 1PB856, Peugeot 508 SW 2.0HDi HY: Der $\text{g CO}_2/\text{km}$ -Wert von 109 wurde auf 114 $\text{g CO}_2/\text{km}$ korrigiert.
6. Typengenehmigung 1PB948, Peugeot 508 SW 2.0HDi HY: Der $\text{g CO}_2/\text{km}$ -Wert von 109 wurde auf 114 $\text{g CO}_2/\text{km}$ korrigiert.

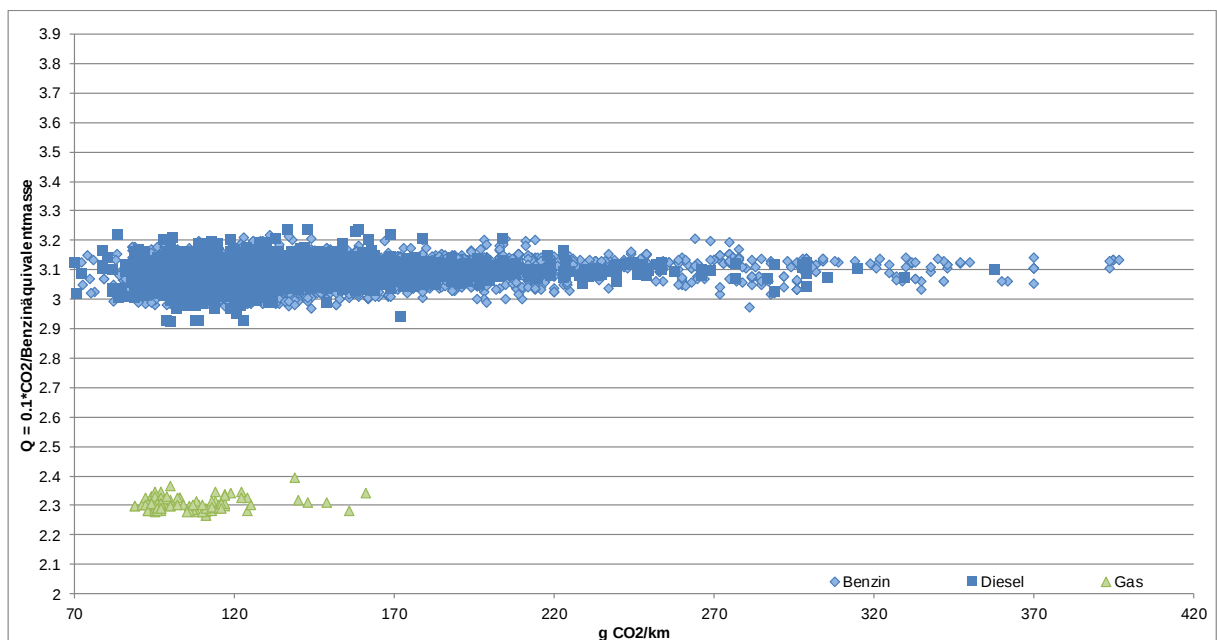


Abbildung 2. Q -Verhältnis aller Modellvarianten der TARGA-Angebotsflotte, aufgetragen nach CO_2 -Emission und Treibstoffart, nach Korrektur der nicht-plausiblen Datensätze.

2.4 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.

Die Faktoren zur Berechnung der Benzinäquivalente und der Primärenergie-Benzinäquivalente werden gemäss EnV Art.28a Absatz 2 überprüft und dabei die neuen Erkenntnisse der Wissenschaft und Technik berücksichtigt. Dabei ergaben sich aufgrund aktualisierter Grundlagen deutliche Veränderungen bei Strom und Erdgas.²

Der höhere Anteil von nicht überprüfbaren Energieträgern am Lieferantenstrommix führte zu einer markanten Zunahme der CO_2 -Emissionen aus der Strombereitstellung (von 82 g/kWh auf 139 g/kWh). Die Abnahme des Primärenergie-Benzinäquivalents von Strom (von 0.24 L/kWh auf 0.21 L/kWh) ist auf den geringeren Anteil von Strom aus Kernkraftwerken zurückzuführen.

Durch die Berücksichtigung der Differenz zwischen dem Heizwert des Prüftreibstoffs, der für die Normverbrauchsmessung von Erdgas-Personenwagen eingesetzt wird, und dem in den Sachbilanzen verwendeten Heizwert nahm das Primärenergie-Benzinäquivalent von Erdgas

² Ausführliche Informationen zu den Umweltkennwerten sind im Bericht "Energieetikette für Personenwagen: Umweltkennwerte 2017 der Strom- und Treibstoffbereitstellung" von treeze (2017) ersichtlich.

von 0.82 l/m³ auf 0.84 l/m³ zu. Für die Zunahme der CO₂-Emissionen aus der Bereitstellung von Erdgas (von 228 g/m³ auf 272 g/m³) sind neben der Verwendung der den Sachbilanzen zugrundeliegenden Dichte auch die höheren CO₂-Emissionen des Stroms verantwortlich, der zur Komprimierung an der Tankstelle verwendet wird.

Aufgrund der ersten Lancierungen von Fahrzeugen, die mit Wasserstoff betrieben werden, wurde neu Wasserstoff in die Verordnung aufgenommen. Für die Berechnung des Benzinäquivalents, der CO₂-Emissionen aus den Vorprozessen und der Primärenergie-Benzinäquivalenten wurde der Herstellungspfad des Mixes der an den öffentlich zugänglichen Wasserstoff-Tankstellen bezogen werden kann, verwendet.

Gemäss EnV-Anhang 3.6, Ziff. 9, 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.

2.5 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 besteht gemäss EnV-Anhang 3.6, Ziff. 7.3 zu 70% aus absolutem Energieverbrauch und zu 30% aus relativer Energieeffizienz. Um einen absoluten Energieverbrauch überhaupt mit einer relativen 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:

$$BWZ_i = \{[(1-r) \cdot E' + r \cdot EE'] + 5\} \times 100$$

Wobei: r : Relativierungsparameter 0.30

E' : normierter absoluter Energieverbrauch des Personenwagens in Liter Primärenergie-Benzinäquivalent pro 100 Kilometer;

EE' : normierter relativer Energieverbrauch des Personenwagens.

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

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

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

- wobei E : absoluter Energieverbrauch des Personenwagens in Liter Primärenergie-Benzinäquivalent pro 100 Kilometer;
 $\bar{E}$: Mittelwert des absoluten Energieverbrauchs der aktuellen Fahrzeugtypen;
 σ_E : Standardabweichung (Streuungsmaß) des absoluten Energieverbrauchs der aktuellen Fahrzeugtypen;
 n : Anzahl aktuelle Fahrzeugtypen;
 EE : relativer Energieverbrauch des Personenwagens;
 $\overline{EE}$: Mittelwert des relativen Energieverbrauchs der aktuellen Fahrzeugtypen;
 σ_{EE} : Standardabweichung (Streuungsmaß) des relativen Energieverbrauchs der aktuellen Fahrzeugtypen;
 m : Leergewicht des Personenwagens nach Artikel 7 Absatz 1 VTS in kg.

Dabei beträgt $n = 12'826$ (siehe Kapitel 2.1). Die Addition der Konstante 5 zur Bewertungszahl und die anschliessende Multiplikation mit dem Faktor 100 stellen sicher, dass die Bewertungszahlen nie negativ werden und die meisten Werte zwischen ca. 300 und 800 liegen. Im konkreten Fall beträgt die niedrigste Bewertungszahl 281.57, die höchste 1'571.82. Die Bewertungszahlen sind jeweils auf die zweite 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
$\bar{E} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n E_i$	5.704695260
$\sigma_E = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (E_i - \bar{E})^2}$	1.516734406
$\overline{EE} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n EE_i$	0.003303144
$\sigma_{EE}^2 = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (EE_i - \overline{EE})^2}$	0.000765087

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

3. Ermittlung der Kategoriengrenzen

Gemäss EnV-Anhang 3.6, Ziff. 8.3 sind die Personenwagen entsprechend ihrer Energieeffizienz in die Energieeffizienz-Kategorien A–G einzuteilen. Dazu werden die 12'826 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 3 zeigt den entsprechenden Quantilplot der Bewertungszahlen (die horizontalen Linien markieren Abschnitte von je einem Siebtel), die Tabelle 3 führt die Zahlenwerte auf und weist den Anteil der Dieselfahrzeuge in jeder Kategorie aus.

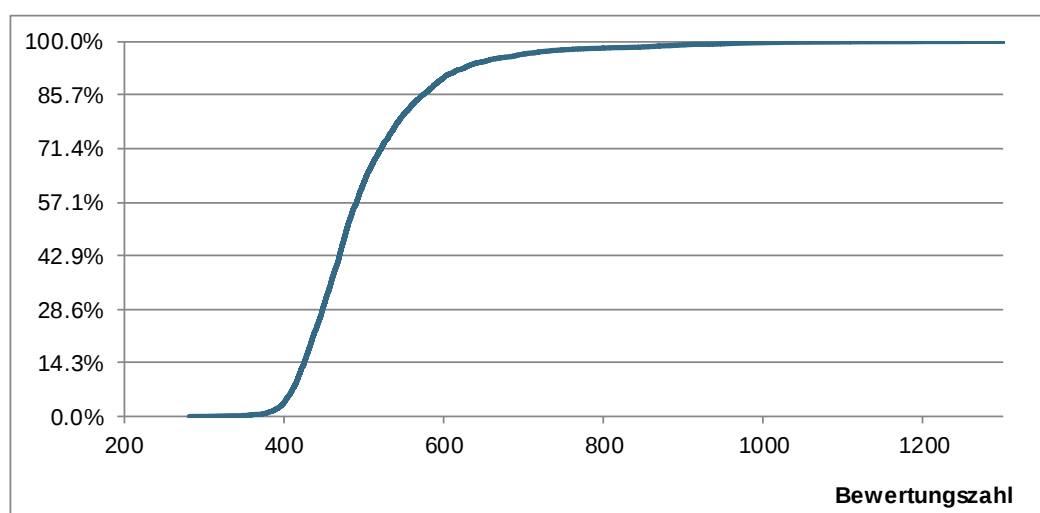


Abbildung 3. Quantilplot der Bewertungszahlen der 12'826 Autotypen. Die Septile geben die Grenzen zwischen den Kategorien A bis G der Energieetikette an.

KAT	Anzahl Fahrzeuge			Anteil Diesel		BWZ-Grenzen	
	Soll*	gerundet**	Ist***	absolut	relativ	untere	obere
A	1'832.29	1'832	1'842	1'567	85%		425.23
B	1'832.58	1'833	1'827	1'564	86%	425.24	448.31
C	1'832.29	1'832	1'832	1'256	69%	448.32	469.53
D	1'832.29	1'832	1'828	978	54%	469.54	490.88
E	1'832.29	1'832	1'833	770	42%	490.89	521.61
F	1'832.29	1'832	1'831	446	24%	521.62	573.74
G	1'832.58	1'833	1'833	145	8%	573.75	
		12'826	12'826	6'726	52%		

* inkl. Rest (Differenz aus Anzahl ungerundet und Anzahl soll) der vorangehenden Kategorien

** Soll gerundet auf ganze Anzahl Fahrzeugtypen

*** wenn 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 2018.

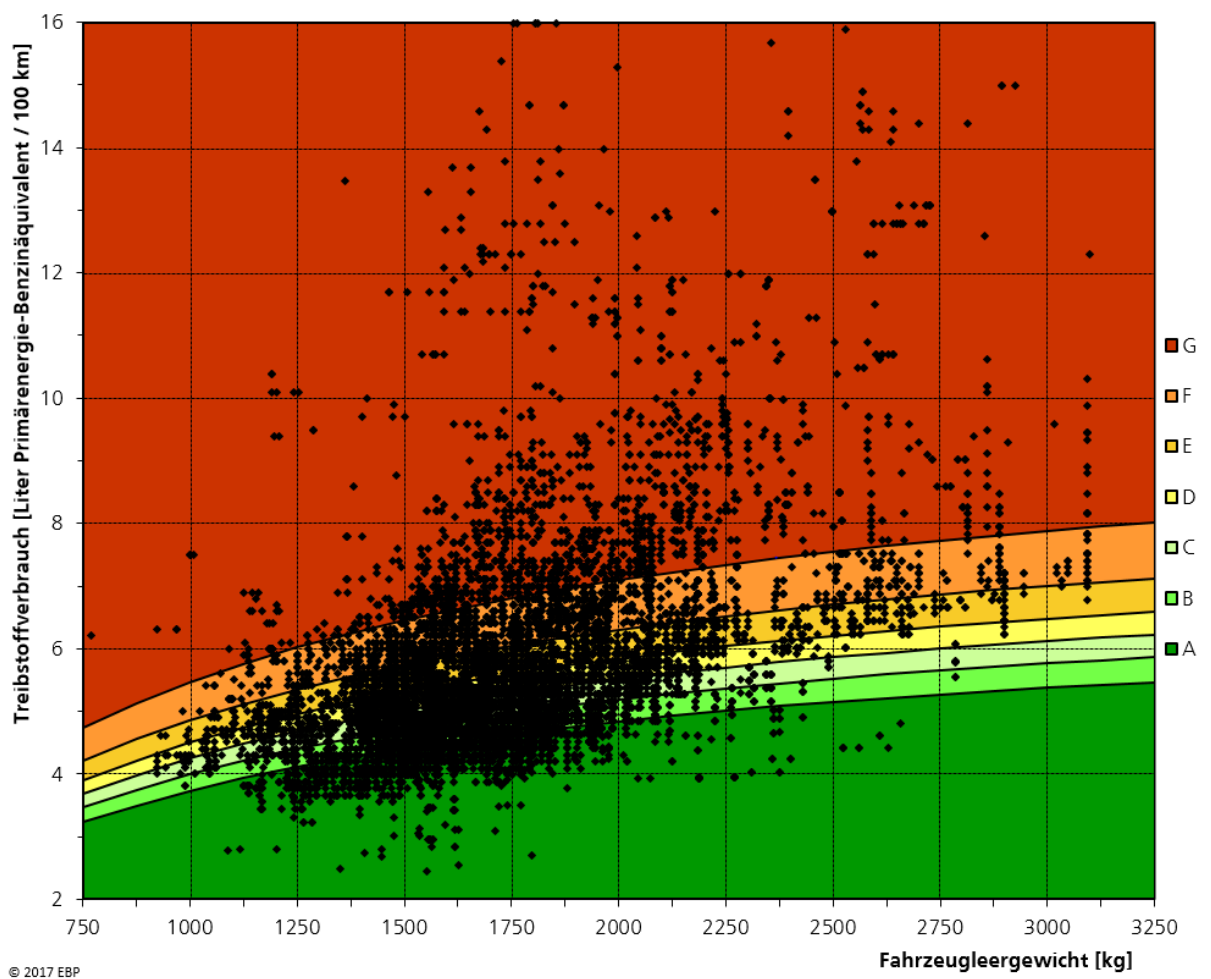


Abbildung 4. Darstellung der Energieetikette-Kategoriengrenzen in Abhängigkeit des Fahrzeugleergewichts und des Treibstoffverbrauchs (farbige Flächen). Ebenfalls eingetragen sind die Fahrzeugtypen der TARGA-Daten, welche für die Berechnung der Kategoriengrenzen verwendet wurden. Auf jede Kategorie entfällt 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

Ausgangslage. Auf der Energieetikette ist als Informationselement der mittlere g CO₂/km-Wert der neu immatrikulierten Personenwagen aufzuführen (EnV-Anhang 3.6, Ziff. 8.2.1). Als Zeitraum ist dazu der 1. Juni des Vorjahres bis inklusive 31. Mai des laufenden Jahres zu verwenden (EnV-Anhang 3.6, Ziff. 8.2.2).

MOFIS-Datenbasis. Für die Berechnung werden die Erstinverkehrssetzungen zwischen 1. Juni 2016 und 31. Mai 2017 betrachtet, wie sie in der MOFIS-Datenbank des ASTRA per 31. Mai 2017 vorliegen. Erstinverkehrssetzungen, welche bis 31. Mai 2017 bereits wieder exmatrikuliert wurden (wegen Defekt, Unfall, Export oder Re-Export), fallen ausser Betracht. Die Zuordnung von Informationen aus der Typengenehmigung (TG) 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, zu welchen keine Typengenehmigung (und damit kein g CO₂/km-Wert) zugeordnet werden kann, werden nicht berücksichtigt.
2. Vorführ- und Jahreswagen, welche bei der Erstimmatrikulation mehr als 2000 km Fahrleistung aufweisen (bis dahin zum Beispiel mit einer „Garagennummer“ im Verkehr), werden mit dem Vermerk „gebraucht“ immatrikuliert, und können so wie vorgeschrieben (EnV-Anhang 3.6, Ziff. 8.2.1 und 8.2.2) ausgeschieden werden.

Relevante CO₂-Emissionswerte. Bei Personenwagen gemäss EnV-Anhang 3.6, Ziff. 8.2.3, 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).

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 des mittleren g CO₂/km-Werts mit einer Extrapolation auf Basis der Vorperioden; der Anteil der Basisdaten, deren Typengenehmigungen auch Teil der Berechnungsgrundlage für die EnergieEtikette-Kategoriengrenzen sind, sowie das Jahr der ersten Ausstellung der Typengenehmigung.

Test 1, Anzahl Neuzulassungen. Gemäss den Monatszahlen von auto-schweiz (2017), welche ihrerseits auf Auswertungen des ASTRA beruhen, wurden in der Periode Juni 2016 bis Mai 2017 317'535 neue Personenwagen immatrikuliert (Juni bis Dez. 2016: 190'540; Jan. bis Mai 2017: 126'995). Dies vergleicht sich mit den 309'274 Neuzulassungen gemäss MOFIS-Daten. Die Differenz von 8'261 (2.7% der Neuzulassungen) ist auf den beiden oben aufgeführten Ausschlussgründen zurück zu führen. In den beiden Vorjahren war die Differenz 3.6% bzw. 3.3%. In der Berichtsperiode liess sich bei 1'904 (0.62%) dieser Neuzulassungen kein g CO₂/km-Wert zuordnen. In den meisten dieser Fälle liegt gemäss Erläuterungen des ASTRA kein Typengenehmigungs-Eintrag vor, z.B. wenn ein Neuwagen direkt importiert wird (das Fahrzeug muss dann vor der Erstimmatrikulation geprüft werden).

Test 2, Konsistenz des mittleren g CO₂/km-Werts mit der Trendschätzung: Die linear auf den Bemessungszeitraum extrapolierten Werte betragen 132 (Benzin) bzw. 134 (Diesel) g CO₂/km. Der Dieselanteil für die Berichtsperiode würde sich extrapoliert (2015: 39.3 %; 2016: 39.5 %) auf 39.6 % belaufen. Dies ergibt einen erwarteten Mittelwert von 132.9 g CO₂/km auf Basis der Extrapolation der Vorperioden. Die aktuellen Zahlen gemäss MOFIS (133.4 g CO₂/km, Dieselanteil 38.4 %) stimmen sehr gut damit überein.

Zeitraum	Benzin		Diesel	
	Leergewicht [kg]	CO ₂ [g/km]	Leergewicht [kg]	CO ₂ [g/km]
2000 Jan-Dez	1'340	207	1'567	175
2001 Jan-Dez	1'360	206	1'582	176
2002 Jan-Dez	1'363	202	1'621	181
2003 Jan-Dez	1'383	199	1'647	181
2004 Jan-Dez	1'394	196	1'656	178
2005 Jan-Dez	1'402	193	1'665	176
2006 Jan-Dez	1'409	190	1'690	181
2007 Jan-Dez	1'406	184	1'707	181
2008 Jan-Dez	1'368	175	1'687	176
2009 Jan-Dez	1'350	165	1'684	171
2010 Jan-Dez	1'351	159	1'697	164
2011 Jan-Dez	1'366	153	1'721	158
2012 Jan-Dez	1'378	149	1'733	153
2013 Jan-Dez	1'359	145	1'710	149
2014 Jan-Dez	1'372	142	1'728	146
2015 Jan-Dez	1'377	136	1'752	139
2016 Jan-Dez	1'410	136	1'776	136
Trendschätzung: Jun 2016 – Mai 2017	1'397	132	1'767	134

Tabelle 4. Historische Jahresmittel für Leergewicht und g CO₂/km-Wert der Neuzulassungen, getrennt für Benzin und Diesel, sowie Trendschätzung für die Periode Juni 2016 bis inkl. Mai 2017 (linear extrapoliert, ausgehend von den Zahlen für 2009 bis 2016). Unter „Benzin“ werden hier alle Nicht-Diesel-Fahrzeuge subsummiert.

Test 3, Anteil der Typengenehmigungen der Neuzulassungen, welche auch Teil der Datenbasis für die Berechnung der neuen Energieetikette-Kategoriengrenzen sind. Eine Typengenehmigung kann durchaus länger als 24 Monate real für Importe „in Gebrauch“ sein. 2'416 Autotypen, auf welche 84'550 (2.8%; im Vorjahr 12.6%, davor 23.9%) Neuzulassungen entfallen, haben eine Typengenehmigung, welche nicht in den TARGA-Ausgangsdaten gemäss Kapitel 2 des vorliegenden Berichts enthalten sind. Die übrigen 7'729 Autotypen vereinen 76.2% der Neuzulassungen auf sich (siehe untenstehende Tabelle 5). Vergleicht man die realen Neuzulassungen der Vorperiode mit der Datenbasis für die Anpassung der Kategoriengrenzen, zeigt sich, dass die Verwendung der Typengenehmigungen über die letzten 3 (statt 2) Jahre eine bessere Übereinstimmung der realen Neuzulassungen mit der sie repräsentierenden Datenbasis zur Folge hätte. Dann wären statt 76.2% deren 94.4% unter eine Typengenehmigung zugelassen worden, welche auch der Anpassung der Kategoriengrenzen zugrunde liegt.

Homologations-/Änderungsdatum	Typengenehmigungen		Neuzulassungen	
	Anzahl	Anteil	Anzahl	Anteil
Jun 2015 bis Mai 2017	7'729	76.19%	225'820	73.47%
Jun 2014 bis Mai 2016	1'846	18.20%	77'746	25.29%
Jun 2013 bis Mai 2015	376	3.71%	3'039	0.99%
Jun 2012 bis Mai 2014	133	1.31%	684	0.22%
Jun 2011 bis Mai 2013	29	0.29%	45	0.01%
Jun 2010 bis Mai 2012	9	0.09%	9	0.00%
Jun 2009 bis Mai 2011	7	0.07%	7	0.00%
Dez 2007 bis Mai 2009	6	0.06%	6	0.00%
vor Dez 2007	7	0.07%	7	0.00%
nirgends	3	0.03%	7	0.00%
Total	10'145	100.00%	307'370	100.00%

Tabelle 5. Zeiträume der Homologationsdaten (erstmalig oder letzte Änderung) der Typengenehmigungen der Neuzulassungen von Juni 2016 bis Mai 2017.

Test 4, Jahr der Erstzulassung der Typengenehmigungen der Neuzulassungen. Die Verwendung einer mehr als ca. fünf Jahre alten Typengenehmigung kann ein Indiz sein, dass es sich nicht um eine Neuzulassung im Sinne der EnV handelt. Die Grenze von fünf Jahren ist willkürlich, eine scharfe Grenze existiert nicht. Unter Hinzunahme eines auch ältere Typengenehmigungen umfassenden Datensatzes wurde analysiert, wie viele Neuzulassungen unter einer «alten» Typengenehmigung in der MOFIS-Datenbasis vorkommen. Es ist grundsätzlich möglich, dass eine Typengenehmigung über 5 Jahre in Gebrauch ist, solche Fahrzeuge können aber auch legal importiert, dann jedoch 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 sollten bei mehr als 2000 km Fahrleistung in MOFIS als „gebraucht“ klassiert und damit ausgeschieden worden sein). Bei solchen Fällen ist zumindest fraglich, ob es sich noch um Neuzulassungen im Sinne von EnV-Anhang 3.6 handelt, weshalb ihre Anzahl von Interesse ist. Insgesamt wurden 9 Fahrzeuge unter 5-jährigen Typengenehmigungen immatrikuliert. Es kommen auch Neuzulassungen vor unter Typengenehmigungen, welche 6 Jahre oder älter sind: Insgesamt wurden 20 (im Vorjahr: 21) solche Fahrzeuge immatrikuliert. Der Anteil dieser Kohorte sehr alter Typengenehmigungen hat nur geringen Einfluss auf die Ermittlung des mittleren g CO₂/km-Werts der Neuzulassungen vom Juni 2016 bis Mai 2017.

Resultat. Auf der Energieetikette ist zur Konsumenteninformation der mittlere g CO₂/km-Wert der Neuzulassungen vom Juni 2016 bis Mai 2017 anzugeben. Die betreffenden 307'370 MOFIS-Datensätze haben einen mittleren g CO₂/km-Wert von 133.36 g CO₂/km, ohne Stelle nach dem Komma gerundet **133 g CO₂/km**. Jene 0.62% der Neuzulassungen, denen kein g CO₂/km-Wert zugeordnet werden konnte, können die Vorkommastellen dieses Mittelwerts nicht beeinflussen.

A2 Literatur

- auto-schweiz (2013). 17. Berichterstattung im Rahmen der Energieverordnung über die Absenkung des spezifischen Treibstoff-Normverbrauchs von Personenwagen 2012. Bern, Juni 2013, 35 Seiten.
- auto-schweiz (2016). Zahlen zu den immatrikulierten neuen Personenwagen je Modell und Monat für 2016 (bis inkl. Mai 2017). Exceldatei, Download am 7. Juni 2017 vom www.auto-schweiz.ch
- BFE (2008). Energieetikette für Personenwagen: Anpassungen Grenzen der Effizienz-kategorien per 1. Juli 2008. ETH-IED NSSI im Auftrag BFE, Report EMDM1543, 17. Januar 2008, 20 Seiten.
- BFE (2010). Energieetikette für Personenwagen: Anpassung der Grenzen der Effizienz-kategorien per 1. Juli 2010. EBP im Auftrag BFE, 19. Januar 2010, 21 Seiten.
- BFE (2011). Energieetikette für Neuwagen: Anpassung der Kategoriengrenzen per 1.1.2011. EBP im Auftrag BFE, 1. August 2011, 20 Seiten.
- BFE (2012). Energieetikette für Neuwagen: Anpassung der Kategoriengrenzen per 1.8.2012. EBP im Auftrag BFE, 17. Juli 2012, 19 Seiten.
- BFE (2013). Energieetikette für Neuwagen: Anpassung der Kategoriengrenzen per 1.8.2013. EBP im Auftrag BFE, 25. Juli 2013, 20 Seiten.
- BFE (2014). Energieetikette für Neuwagen: Anpassung der Kategoriengrenzen per 1.8.2014. EBP im Auftrag BFE, 31. Juli 2014, 18 Seiten.
- BFE (2015). Energieetikette für Neuwagen: Anpassung der Kategoriengrenzen per 1.8.2015. EBP im Auftrag BFE, 31. Juli 2015, 19 Seiten.
- BFE (2016). Energieetikette für Neuwagen: Anpassung der Kategoriengrenzen per 1.8.2016. EBP im Auftrag BFE, 31. Juli 2016, 22 Seiten.
- DAT (2013). Leitfaden über den Kraftstoffverbrauch, die CO₂-Emissionen und den Stromverbrauch aller neuen Personenwagenmodelle, die in Deutschland zum Verkauf angeboten werden. 2. Quartal 2013. Deutsche Automobil Treuhand GmbH, 71 Seiten.
- EBP (2014). Energieverbrauch und Energieeffizienz der neuen Personenwagen 2013. 18. Berichterstattung im Rahmen der Energieverordnung, 37 Seiten.
- EBP (2015). Energieverbrauch und Energieeffizienz der neuen Personenwagen 2014. 19. Berichterstattung im Rahmen der Energieverordnung, 45 Seiten.
- EBP (2016). Energieverbrauch und Energieeffizienz der neuen Personenwagen 2015. 20. Berichterstattung im Rahmen der Energieverordnung, 48 Seiten.
- EBP (2017). Energieverbrauch und Energieeffizienz der neuen Personenwagen 2016. 21. Berichterstattung im Rahmen der Energieverordnung, 49 Seiten.
- EnG. Energiegesetz vom 26. Juni 1998. SR 730.0
- EnV. Energieverordnung vom 7. Dezember 1998. SR 730.01
- Treeze (2017) Energieetikette für Personenwagen: Umweltkennwerte 2017 der Strom- und Treibstoffbereitstellung, Juni 2017, 33 Seiten
- VEE-PW. Verordnung des UVEK über Angaben auf der Energieetikette von neuen Personenwagen, vom 22. Juni 2016. SR 730.011.1

A3 Bereinigung TARGA-Datensatz

Treibstoffcode: Fehl-Zuordnungen wurden behoben (mehrere Benzin-Plug-in-Hybride waren untern den Hybriden klassiert; ihre Treibstoffcodes wurden von «C» zu «R» bzw. «S» umklassiert).