



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

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

Schlussbericht 31. Dezember 2010

Übernahme des 175-g-Zielwerts für neu in Verkehr gesetzte Leichte Nutzfahrzeuge

Auftraggeber:

Bundesamt für Energie BFE
Sektion Energiepolitik
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
Dorrit Marti, Ernst Basler+Partner

Begleitgruppe

Thomas Volken, BFE
Markus Bareit, BFE
Martin Schütz, ASTRA
Thomas Bucheli, BAFU

BFE-Projektbegleiter Markus Bareit

BFE-Vertrags- und Projektnummer: SI/500498

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

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	4
1.1	Ausgangslage.....	4
1.2	EU-Vorschlag.....	5
1.3	Situation in der Schweiz	8
1.4	Auftrag, Zielsetzung und Fragestellung.....	8
2	Definitionen und Grundlagen	9
2.1	Definitionen und Begriffe in der Schweiz	9
2.2	Definitionen und Begriffe in der EU	10
2.3	Zuordnung der LNF aus MOFIS-Datenbank zu EU-Kategorien.....	12
2.4	Abgrenzung jener LNF, die unter die EU-Regelung fallen	13
2.5	Daten zum Treibstoffverbrauch.....	15
3	Bestehender LNF-Bestand und CO ₂ -Emissionen in der EU	16
3.1	Bestand	16
3.2	Mittlere g CO ₂ /km-Emissionswerte.....	16
3.3	Könnten PKW wegen der 130g-Regelung vermehrt als LNF registriert werden?	17
4	Bestehender LNF-Bestand und CO ₂ -Emissionen in der Schweiz.....	19
4.1	Einleitung	19
4.2	LNF-Bestand	19
4.3	Bestand der unter die 175-g CO ₂ /km-Regelung fallende LNF.....	22
4.4	Analyse der LNF-Neuzulassungen.....	26
4.5	Mittlere g CO ₂ /km-Werte der Neuzulassungen.....	29
4.6	CO ₂ -Emissionen der LNF in der Schweiz	33
5	Autonomes Technisches Potenzial (ATP).....	34
5.1	Methodischer Ansatz.....	34
5.2	Berechnung des ATP für LNF basierend auf Daten von 2006 bis 2009.....	35
5.3	Vergleich mit ATP für PKW	36
6	Szenarien für CO ₂ -Absenkungspfade in der Schweiz.....	37
6.1	Beschreibung der betrachteten Szenarien	37
6.2	Baseline.....	38
7	CO ₂ -Reduktionen pro Kalenderjahr	40
8	Fazit	43
	Literaturverzeichnis	44

Anhänge

A1	EU-Gesetzgebung.....	47
A2	Problematik Modellfamilien	49
A3	Modellierung CO ₂ -Emissionen und Treibstoffverbrauch.....	51

1 Einleitung

1.1 Ausgangslage

Das Segment der leichten Nutzfahrzeuge ist (hinsichtlich gesamten Energieverbrauchs) zwar von geringerer Bedeutung als jenes der Personenwagen. Auch galten leichte Nutzfahrzeuge längere Zeit – im Gegensatz zu Personenwagen – als nicht übermotorisiert, weshalb der energiepolitische Handlungsbedarf als gering veranschlagt wurde. Die Grenzen zwischen Personenwagen und leichten Nutzfahrzeuge werden aber durchlässiger, auch die Grenzen zwischen leichten und schweren Nutzfahrzeugen sind aufgeweicht worden. In letzter Zeit hat die Relevanz der leichten Nutzfahrzeuge weiter zugenommen, weil mit der 130-g CO₂/km-Strategie für das Segment der Personenwagen die Gefahr besteht, dass gewisse Personenwagen neu als leichte Nutzfahrzeuge zugelassen werden, um so die mittleren CO₂-Emissionen scheinbar zu reduzieren. Ausserdem war den Personenwagen ursprünglich von einem Zielwert von 120 g CO₂/km die Rede. Am Schluss einigte man sich auf 130 g CO₂/km sowie die Absicht, für die fehlenden 10 g CO₂/km entsprechende Massnahmen bei Treibstoffen, Reifen, Schaltpunkt-Anzeigehilfen („gear shift indicators“), Klimaanlage und eben leichten Nutzfahrzeugen durchzuführen. Darüber hinaus wachsen die Treibhausgasemissionen der LNF in der EU stark (SEC(2009)1454).

Aus diesen Gründen hat die EU, analog zur 130 g CO₂/km-Strategie bei Personenwagen auch für leichte Nutzfahrzeuge einen Zielwert für den mittleren g CO₂/km-Emissionswert aller Neuzulassungen per Kalenderjahr und Hersteller ab 2017 eingeführt, mit Abgaben an den EU-Haushalt, falls die mittleren g CO₂/km-Emissionswerte den Zielwert überschreiten, und mit der Möglichkeit zur Bildung von Emissionsgemeinschaften aus verschiedenen Herstellern.

Während die 130-g CO₂/km-Strategie auf die Gesamtheit aller neu in Verkehr gesetzter Personenwagen (so genannte M-Fahrzeuge, vgl. Anhang A1) zutrifft, ist das 175-g CO₂/km-Ziel auf jene leichte Nutzfahrzeuge (N1-Fahrzeuge) anwendbar sein, welche technisch als "PW-ähnlich" bezeichnet werden können und in der Regel mit PW-Motoren angetrieben werden. Parametrisiert wird dies über das Leergewicht bzw. die davon abgeleitete Bezugsmasse. Vom 175-g CO₂/km-Zielwert nicht betroffen wären die schwereren leichte Nutzfahrzeuge, welche auch meist mit Lastwagen-Motoren angetrieben werden (vgl. Anhang A1); hierzu wird eine Obergrenze der Bezugsmasse von 2610 kg gewählt. Weil leichte Nutzfahrzeuge nahezu immer in Modellfamilien mit unterschiedlichen Aufbauten und Radständen ausgeliefert werden, gilt darüber hinaus eine höhere Limite von 2840 kg, wenn andere Ausführungen aus der gleichen Modellfamilie sich unterhalb der 2610-kg-Limite befinden (da dies in der Praxis immer zutrifft, wie später im Bericht gezeigt werden wird, führt dies de facto zu einer allgemeinen 2840-kg-Limite).

1.2 EU-Vorschlag

Ursprünglicher 2007er Vorschlag. Die ursprünglichen Eckpunkte des im Entwurf vorliegenden EU-Vorschlags wurden anfangs 2009 nochmals bekräftigt. Das Mittel aller LNF-Neuzulassungen sollte im Jahr 2012 175 g CO₂/km betragen, und 160 g CO₂/km im 2015 (EU 2007: COM(2007)19). Als Langfristziel galt 135 g CO₂/km für das Jahr 2020 (analog zu den Personenwagen, welche als Langfristziel von 95 g CO₂/km im 2020 haben).

2009er Überarbeitung. Am 28.10.2009 unterbreitete die EU-Kommission dann folgenden überarbeiteten Vorschlag: 175 g im Jahre 2016 (EU 2009: COM(2009)593). Analog zu den Personenwagen wurden Zwischenziele eingeführt: 2014 gilt der Zielwert für 75% der Erstzulassungen, 2015 für 80%. Das Langfristziel von 135 g CO₂/km im 2020 wurde belassen. Minibusse (1 Fahrer und 8 Passagiere) sind neu vom Geltungsbereich ausgenommen. Wie bei den PW sind bei den LNF reduzierte Beiträge im Überschreitungsfall bis 2018 vorgesehen: 1. Gramm € 5, 2. Gramm € 15, 3. Gramm € 25. Ab dem 4. Gramm, bzw. ab 2019 ab dem 1. Gramm, sind € 120 pro Gramm Überschreitung fällig. Dies ist höher als die € 95 bei Personenwagen, weil die EU-Kommission davon ausgeht, dass die notwendigen technischen Anpassungsmassnahmen zur Effizienzsteigerung marginal teurer sind als bei den Personenwagen.

2011er Beschluss. Am 15. Februar 2011 ist dann der Kompromissvorschlag vom Dezember 2010 angenommen worden. Der Zielwert von 175 g CO₂/km muss im 2017 (statt zuvor noch 2016) erreicht werden. Als Zwischenziele gilt der Zielwert in den Jahren 2014 bis 2016 für 70%, 75% bzw. 80% der LNF-Neuzulassungen. Auch das 2020er-Ziel wird angepasst, d.h. auf 147 g CO₂/km erhöht; es muss noch bestätigt werden nach einem Review zum Zielerreichungspfad hin zu obigen Zielwerten. Diese Review muss spätestens Anfang 2013 vorliegen. Bei einer Überschreitung werden ab dem 4. Gramm (bzw. ab 2019 bereits ab dem ersten Gramm) wie bei den PW € 95 fällig, nicht wie ursprünglich geplant €120. Die untenstehende Tabelle 1 stellt den zeitlichen Verlauf der Eckwerte der LNF-CO₂-Regelung tabellarisch dar.

Element	Bis Anfang 2009 (2007er Vorschlag)	Okt. 2009 (überarb. Vorschl.)	Dez. 2010/Feb. 2011 (Beschluss)
Zielwerte in g CO ₂ /km	2012: 175 2015: 160 2020: 135	2016: 175 2020: 135	2017: 175 2020: 147
Phasing-in: Perzentil-Ziele		2014: 75% 2015: 80%	2014: 70% 2015: 75% 2016: 80%
Abgabenhöhe*	€ 120 pro g CO ₂ /km	€ 120 pro g CO ₂ /km	€ 95 pro g CO ₂ /km
Supercredits (für LNF <50 g CO ₂ /km)	2014 = 2.5 Fzge 2015 = 1.5 Fzge ≥2016 = 1 Fzg	2014 = 2.5 Fzge 2015 = 1.5 Fzge ≥2016 = 1 Fzg	2014 = 3.5 Fzge 2015 = 3.5 Fzge 2016 = 2.5 Fzge 2017 = 1.5 Fzge ≥2018 = 1 Fzg

Tabelle 1. Übersicht über den zeitlichen Verlauf der vorgesehenen bzw. schliesslich beschlossenen Eckwerte der LNF-CO₂-Strategie der EU-Kommission.

**: Bis inkl. 2018 für das 1. Gramm € 5, 2. Gramm € 15, 3. Gramm € 25.*

Weitere Elemente. Neben den obigen Eckwerten umfasst die LNF-CO₂-Regelung ausserdem:

- Ausnahmen (d.h. die Möglichkeit, Reduktionsziele direkt mit der EU-Kommission zu vereinbaren) gibt es für "Kleinhersteller" mit bis zu 22'000 Fahrzeugen im EU-Markt pro Jahr – eine Limite, welche als niedriger eingestuft werden kann als jene zum PW-Markt.
- Wie bei den Personenwagen ist auch bei den Lieferwagen eine Anpassung des effektiv zu erreichenden Zielwerts an das mittlere Leergewicht vorgesehen („limit value curve“). In Abweichung von den Personenwagen, wo den Herstellern nur 60% des per Regressionsanalyse ermittelten Energieverbrauchs-Effekts einer Gewichtserhöhung „zugestanden“ wird, ist dies bei den LNF 100%.
- Auch weitere Elemente sind analog zur Regelung bei den Personenwagen vorgesehen, so die „eco innovations“ und „super credits“. Der nachstehende Kasten fasst die wesentlichen Punkte des Kommissionsvorschlags nochmals in Englisch zusammen.

As part of its strategy to cut CO₂ emissions from light-duty vehicles, in October 2009 the European Commission made a legislative proposal to reduce CO₂ emissions from vans ('light commercial vehicles'). In December 2010 the European Parliament and the Council reached agreement on the final text of the vans Regulation which modified several points of the Commission's proposal. The text is closely modelled on the legislation, adopted in 2009, limiting CO₂ emissions from passenger cars. Key elements of the adopted text are as follows:

Limit value curve. Emissions limits are set according to the mass of vehicle, using a limit value curve. The curve is set in such a way that a fleet average of 175 grams of CO₂ per kilometre is achieved. The limit value curve means that heavier vans are allowed higher emissions than lighter vans while preserving the overall fleet average. Only the fleet average is regulated, so manufacturers will still be able to make vehicles with emissions above the limit value curve provided these are balanced by vehicles below the curve.

Phasing-in of requirements. The EU fleet average of 175 g/km will be phased-in as of 2014, when 70% of each manufacturer's newly registered vans must comply on average with the limit value curve set by the legislation. This will rise to 75% in 2015, 80% in 2016, and 100% from 2017 onwards.

Affected vehicles. The legislation affects vans, which account for around 12% of the market for light-duty vehicles. This includes vehicles used to carry goods weighing up to 3.5t (vans and car-derived vans, known as "N1") and which weigh less than 2610kg when empty.

Lower penalty payments for small excess emissions until 2018. If the average CO₂ emissions of a manufacturer's fleet exceed its limit value in any year from 2014, the manufacturer has to pay an excess emissions premium for each van registered. This premium amounts to €5 for the first g/km of exceedance, €15 for the second g/km, €25 for the third g/km, and €95 for each subsequent g/km. From 2019, the first g/km of exceedance will cost €95. This value is equivalent to the premium for passenger cars.

Long-term target. A target of 147g/km is specified for the year 2020. Confirmation of the target with the updated impact assessment, the modalities for reaching this target, and the aspects of its implementation, including the excess emissions premium, will have to be defined in a review to be completed no later than the beginning of 2013.

Super credits. Vehicles with extremely low emissions (below 50g/km) will be given additional incentives whereby 1 low-emitting van will be counted as 3.5 vehicles in 2014 and 2015, as 2.5 vehicles in 2016, and 1.5 vehicles in 2017.

Eco-innovations. Because the test procedure used for vehicle type approval is outdated, certain innovative technologies cannot demonstrate their CO₂-reducing effects under the type approval test. As an interim procedure until the test procedure is reviewed by 2014, manufacturers can be granted a maximum of 7g/km of emission credits on average for their fleet if they equip vehicles with innovative technologies, based on independently verified data.

Pools acting jointly and specific targets for smaller manufacturers. Manufacturers may group together to form a pool and act jointly in meeting the specific emissions targets. Independent manufacturers who sell fewer than 22,000 vehicles per year can also apply to the Commission for an individual target instead.

1.3 Situation in der Schweiz

In der Schweiz hat die Bedeutung der leichten Nutzfahrzeuge in den letzten Jahren gar stärker als in der EU zugenommen. Erstens führen Nacht- und Sonntagfahrverbot (sowie höhere Führerausweis-Anforderungen) für schwere Nutzfahrzeuge zu einem anhaltenden Attraktivitätsvorsprung von leichten über schweren Nutzfahrzeugen, zweitens ist mit der LSVa eine deutlich höhere Besteuerung der schweren Nutzfahrzeuge gegeben (die leichten Sattelschlepper [Zugfahrzeug mit max. 3.5 Tonnen Gesamtgewicht sowie als Anhänger klassifizierter Auflieger mit max. 3.5 Tonnen Gesamtgewicht] unterliegen zwar der LSVa, jedoch für ein viel geringeres Gesamtgewicht als schwere Nutzfahrzeuge).

Eine Übernahme der 175-g-Strategie für LNF analog zur 130-g-Strategie für Personenwagen erscheint deshalb auch für die Schweiz sinnvoll und wirkungsvoll sowie mit nur geringen Programmkosten umsetzbar. Die Relevanz der LNF aus energiepolitischer Sicht ist in der Schweiz mindestens so hoch wie in der EU.

1.4 Auftrag, Zielsetzung und Fragestellung

Vor diesem Hintergrund hat das Bundesamt für Energie BFE an Ernst Basler + Partner den Auftrag erteilt, die vorliegende Studie zur möglichen Übernahme der 175-g-EU-Strategie für LNF in der Schweiz auszuarbeiten. Die Ziele der Studie sind:

- Darstellung des aktuellen LNF-Marktes in der Schweiz in Relation zum EU-Markt;
- Ermittlung der Konsequenzen für die Schweiz bei der Übernahme des EU-Ziels für die CO₂-Absenkraten in den nächsten Jahren.

Die folgenden Fragestellungen sollen mit der vorliegenden Studie beantwortet werden:

- Wie sieht der zeitliche Verlauf der mittleren g CO₂/km-Werte der LNF-Neuzulassungen in der EU aus?
- Wie hoch ist für die LNF das Autonome Technische Potenzial, welches beschreibt, um wie viel Prozent pro Jahr der Energieverbrauch rein aufgrund des technischen Fortschritts maximal reduziert werden könnte?
- Wie lautet der zeitliche Verlauf der mittleren g CO₂/km-Werte der LNF-Neuzulassungen in der Schweiz in den letzten Jahren; wie verhält sich dies zum Verlauf in der EU?
- Welche Optionen bestehen für die Übernahme des 175-g CO₂/km-Ziels?
Wie würde der notwendige Absenkungspfad für die Schweiz lauten, und in welcher Relation zum Autonomen Technischen Potenzial stehen diese?
Wie hoch sind die möglichen CO₂-Reduktionen je Kalenderjahr?

2 Definitionen und Grundlagen

Motorwagen werden in der Schweiz und der EU nicht identisch definiert/klassiert. Bei der Übertragung der EU-Regelung auf die Schweizer Situation ist daher vorsichtig mit den unterschiedlichen Begriffen umzugehen

2.1 Definitionen und Begriffe in der Schweiz

Motorwagen. In der Schweiz werden folgende Arten von Transportmotorwagen unterschieden (Verordnung über technische Anforderungen an Strassenfahrzeuge, VTS, 19.6.1995, Art. 11):

- Personenwagen
- Schwere Personenwagen
- Kleinbusse
- Gesellschaftswagen
- Lieferwagen
- Lastwagen
- Motorkarren
- Traktoren
- Sattelschlepper
- Gelenkbusse
- Trolleybusse

Basierend auf dieser Klassierung sind den Fahrzeugen in der Datenbank MOFIS verschiedene Fahrzeugarten zugewiesen. Relevant im Zusammenhang mit Personenwagen und leichten Nutzfahrzeugen sind die folgenden Fahrzeugarten:

FZART	Beschreibung
001	Personenwagen (M1 \leq 3.5 t)
002	Schwerer Personenwagen (M1>3.5t, \leq 9Pers)
010	Leichter Motorwagen (\leq 3.5t)
011	Schwerer Motorwagen (>3.5 t)
020	Gesellschaftswagen (>3.5 t, > 9 Pers)
021	Kleinbus (\leq 3.5 t, >9 Pers)
022	Gelenkbus
030	Lieferwagen
035	Lastwagen
036	Leichtes Sattelmotorfahrzeug (\leq 3.5t)
037	Schweres Sattelmotorfahrzeug (>3.5t)
038	Sattelschlepper

Tabelle 2: Fahrzeugarten (FZART) in der Datenbank MOFIS

Gewichte. In Art. 7 VTS sind folgende Gewichte definiert (Abbildung 1):

<p>Art. 7 Gewichte</p> <p>¹ «Leergewicht» ist, unter Vorbehalt von Absatz 7, das Gewicht des fahrbereiten, unbeladenen Fahrzeugs mit Kühl- und Schmiermittel, Treibstoff (mind. 90 % der vom Hersteller oder von der Herstellerin angegebenen Treibstofffüllmenge) 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. Bei Fahrzeugen mit Wechselaufbauten (Art. 66 Abs. 1) wird der Aufbau bei der Bestimmung des Leergewichtes nicht berücksichtigt.⁵⁶</p> <p>² «Betriebsgewicht» ist das jeweilige tatsächliche Gewicht des Fahrzeuges und beinhaltet namentlich auch das Gewicht der Fahrzeuginsassen, der Ladung und bei Zugfahrzeugen die Stütz- bzw. Sattellast eines angekuppelten Anhängers.⁵⁷</p> <p>³ «Garantiegewicht» (technisch zulässiges Höchstgewicht) ist das vom Hersteller oder von der Herstellerin höchstens zugelassene Gewicht. Das Garantiegewicht entspricht der «Gesamtmasse» der EG-Terminologie.</p> <p>⁴ «Gesamtgewicht» ist das für die Zulassung massgebende Gewicht (Art. 9 Abs. 3bis SVG). Es ist das höchste Gewicht, mit dem das Fahrzeug verkehren darf.⁵⁸</p> <p>⁵ «Nutzlast» ist, unter Vorbehalt von Absatz 7, die Differenz zwischen Gesamtgewicht und Leergewicht.</p>
--

Abbildung 1. Auszug Art. 7 aus VTS.

2.2 Definitionen und Begriffe in der EU

Ebenfalls in der VTS sind die EU-Definitionen wie folgt aufgeführt (vgl. auch Auszug aus der EC-Richtlinie 2007/46/EG im Anhang A1):

<p>Art. 12 Klasseneinteilung nach EG-Recht</p> <p>¹ Transportmotorwagen der Klasse M sind Motorwagen zum Personentransport, diejenigen der Klasse N Motorwagen zum Sachentransport. Sie werden nach dem Garantiegewicht, der Anzahl verfügbarer Sitzplätze oder beiden Merkmalen in folgende Klassen eingeteilt:</p> <ol style="list-style-type: none"> a. «Klasse M₁» Fahrzeuge mit höchstens neun Sitzplätzen einschliesslich Führer oder Führerin; b. «Klasse M₂» Fahrzeuge mit mehr als neun Sitzplätzen einschliesslich Führer oder Führerin und mit einem Garantiegewicht von höchstens 5,00 t; c. «Klasse M₃» Fahrzeuge mit mehr als neun Sitzplätzen einschliesslich Führer oder Führerin und mit einem Garantiegewicht über 5,00 t; d. «Klasse N₁» Fahrzeuge mit einem Garantiegewicht von höchstens 3,50 t; e. «Klasse N₂» Fahrzeuge mit einem Garantiegewicht über 3,50 t bis höchstens 12,00 t; f. «Klasse N₃» Fahrzeuge mit einem Garantiegewicht über 12,00 t.
--

Abbildung 2. Auszug Art. 12 aus VTS.

Folgende Angaben zum Gewicht (=Masse) sind in der EU gebräuchlich:

- Für Monitoring und Gesetzgebung über die CO₂-Emissionen (EC-Regulation No 443/2009): "**mass in running order**"= Gewicht des leeren Fahrzeugs plus 75 kg für Fahrer (Directive 2007/46/EC, Annex I, paragraph 2.6). In der Schweiz ist das Leergewicht gemäss Art. 7 VTS inkl. einen Fahrer à 75 kg definiert, d.h. "Leergewicht" gemäss CH-Recht entspricht der EU-Bezeichnung "mass in running order".
- Die CO₂-Regelung von LNF basiert nicht auf der "mass in running order" sondern auf "**reference mass**" (Bezugsmasse). Diese ist in den Richtlinien 80/1268/EC und 70/220/EC wie folgt definiert:
Reference mass is mass of the vehicle in running order less the uniform mass of the driver of 75 kg and increased by a uniform mass of 100kg. Reference mass is thus equal to mass in running order + 25 kg.
Die Bezugsmasse ("reference mass") für die EU-175g-Regelung für LNF entspricht dem Leergewicht nach CH-Definition + 25 kg

Ermittlung Bezugsmasse aus MOFIS-Daten: Als Fahrzeugeigenschaften in der MOFIS-Datenbank sind das *Garantiegewicht* (= Gesamtmasse gemäss EU-Recht) und die *Nutzlast* angegeben (mit Nutzlast = Garantiegewicht – Leergewicht). Wir verwenden daher folgende Umrechnungen:

$$\text{Leergewicht} = \text{Garantiegewicht} - \text{Nutzlast}$$

$$\text{Bezugsmasse ("reference mass")} = \text{Garantiegewicht} - \text{Nutzlast} + 25 \text{ kg}$$

Die N1-Fahrzeuge werden noch weiter unterteilt in die Kategorien „I“, „II“ und „III“, diese Klassifizierung ist namentlich bei den Euro-Abgasvorschriften relevant. Sie ist wie folgt definiert:

Definitions of N1 vehicles and N1 vehicle classes are given in Directives 70/156/EEC and 2004/3/EC:

- N1 vehicles are motor vehicles with at least four wheels designed and constructed for the carriage of goods and having a maximum mass not exceeding 3.5 tonnes.
- Classes of N1 vehicles (for the purpose of emission legislation) are defined on the basis of reference mass:
 - Class I: reference mass \leq 1305kg
 - Class II: 1305 kg < reference mass \leq 1760 kg
 - Class III: reference mass > 1760 kg

To align the scope with that of the Euro 5/6 legislation the regulation is intended to cover N1, N2 and M2 vehicles with a reference mass not exceeding 2610 kg. This is further extended to those vehicles with reference mass up to 2840 kg of which other model variants are type approved as N1, N2 or M2 with reference mass below 2610 kg.

Abbildung 3. Bezugsmasse-Grenzen für die Unterteilung von N1-Fzge in die Klassen I, II, III.

2.3 Zuordnung der LNF aus MOFIS-Datenbank zu EU-Kategorien

Die MOFIS-Fahrzeugarten werden den EU-Kategorien N1, N2 und M2 wie folgt zugeordnet:

FZART in MOFIS	Bemerkung	Als N1, N2 oder M2 einteilen wenn
N1-Fahrzeuge		
030	"Lieferwagen" = leichter Motorwagen für Sachentransport ≤ 3.5 t = N1, aber keine Unterkategorien für das Gewicht. -> Gewichtsklassen via Garantiegewicht einteilbar.	N1
036	"leichtes Sattelmotorfahrzeug" (≤ 3.5 t), von uns mit ID_VEHCAT 14 auch als LW klassiert. -> weil GGW ≤ 3.5 t klar N1-Fahrzeug	N1
010	"leichte Motorwagen" (d.h. ≤ 3.5 t, Camper u.ä.): sind eigentlich M1-Fahrzeuge: Personentransport ≤ 9 Personen), könnten aber evtl. auch als Lieferwagen klassiert werden wollen	Nicht N1
N2 (≤ 12t): in MOFIS nicht separat ausgewiesen.		
035	"Lastwagen" = N2 und N3 -> wenn GGW ≤ 12 t, dann N2	GGW ≤ 12 t, dann N2
037	"schweres Sattelmotorfahrzeug" -> wenn GGW ≤ 12 t, dann N2	GGW ≤ 12 t, dann N2
038	"Sattelschlepper" -> wenn GGW ≤ 12 t, dann N2	GGW ≤ 12 t, dann N2
002	"schwere Personenwagen" (M1 > 3.5 t, ≤ 9 Pers), z.B. gepanzerte Personenwagen, auch Pickups wie z.B. Dodge Ram oder Hummer Geländewagen. Gesamtgewicht meist 4 bis 5 t. Sind nicht M2, weil ≤ 9 Personen, aber schwerer als normale PW -> Fallen sie unter die 130g-Regelung?	Anzahl per 1.1.2010: 267 Fz (davon 21 MilitärFz -> werden nicht weiter berücksichtigt)
011	schwere Motorwagen (> 3.5 t): wohl v.a. M-Fahrzeuge, könnten allenfalls z.T. auch als N2 klassiert werden (s.u.)	(eher M2)
M2 (> 9 Pers, ≤ 5t) in MOFIS nicht separat ausgewiesen		
020	"Gesellschaftswagen" > 3.5 t, > 9 Pers. Wurden als Busse klassiert -> gehören klar zu EG-Def für M2.	GGW ≤ 5 t, dann M2
021	"Kleinbus" ≤ 3.5 t, > 9 Pers: Wurden als PW klassiert, gehören aber zu M2	M2
022	"Gelenkbus": falls GGW ≤ 5 t, dann M2, sonst M3	GGW ≤ 5 t, dann M2
011	schwere Motorwagen (> 3.5 t): z.T. militärische Fz, Geländewagen und 6-15 plätzig Busse): als Bus klassiert, könnten evtl. z.T. als M2 klassiert werden, wenn GGW ≤ 12 t, evtl. auch als N2. Total 1'945 Fahrzeuge mit GGW ≤ 12 t	M2 für GGW ≤ 5 t

Tabelle 3: Zuordnung der Fahrzeugkategorien aus MOFIS zu den EU-Kategorien N1, N2 und M2 (als massgebend für das Gewicht wurde das Garantiegewicht = Gesamtmasse aus MOFIS verwendet)

2.4 Abgrenzung jener LNF, die unter die EU-Regelung fallen

Gemäss dem Richtlinienentwurf gilt der Zielwert von 175 g CO₂/km für das Mittel all jener Neuzulassungen der Fahrzeugkategorien N1, N2 und M2, welche eine Bezugsmasse von maximal 2610 kg aufweisen. Allerdings fallen auch Modellvarianten bis zu einer Bezugsmasse von 2840 kg unter die Regelung, sofern es andere Varianten desselben Modells gibt, welche unter 2610 kg liegen.

Dies ist grundsätzlich eine sinnvolle Regel, weil Lieferwagen, anders als Personenwagen, mit einer breiten Palette an Aufbauten und Chassislängen/Radständen hergestellt werden. Wenn nun beispielsweise die Variante mit einem Radstand von 400 cm unter die Regelung fällt, jene mit Radständen von 420 cm und mehr aber nicht, schafft dies unerwünschte Verzerrungen und "perverse incentives" in Richtung grösserer Modellvarianten (welche einen höheren Treibstoffverbrauch aufweisen, aber nicht unter die Regelung fallen würden).

Es macht deshalb grundsätzlich Sinn zu versuchen, möglichst ganze "Modellfamilien" unter die Regelung fallen zu lassen. Dies führt aber auch zu namhaften potenziellen Unklarheiten im Vollzug. Die Regelung spricht von "Modellfamilien". Eine Definition des Begriffs "Modellfamilie" gibt es jedoch nicht. Weder in der EU noch in der Schweiz gibt es eine staatliche Behörde, welche festlegen würde, welche Fahrzeugtypen als zur gleichen Familie gehörig zu gelten haben. Für "Modelle" gibt es keine eindeutige Kennzeichnung und keine Hierarchie, wann eine Modellvariante als weitere Variante zu einem bestehenden Modell gilt und wann als neues, eigenständiges Modell. Vor allem gibt es keine über die jeweiligen Automarken hinaus konsistente Abgrenzung zwischen "Modellfamilien" und den Varianten innerhalb solcher Familien. Je nach Hersteller sind solche "Familien" grösser oder kleiner.

Grundsätzlich stehen dem Staat deshalb drei Möglichkeiten offen:

Strategie 1: Um späteren Rechtsfragen aus dem Weg zu gehen und keine Rechtsunsicherheiten zu schaffen, könnte eine sehr strikte Definition des Begriffs "Modellfamilie" zugrunde gelegt werden so, dass unterschiedliche Bezugsmassen automatisch als zu unterschiedlichen Modellfamilien zugehörig ausgelegt werden. Damit wäre die einzig massgebliche Bezugsmasse jene von 2610 kg.

Strategie 2: Um die Vorschrift zu vollziehen, wird versucht, zu einer Definition von "Modellfamilie" zu gelangen, welche kaum angefochten werden kann, d.h. welche eher eng gefasst ist; es wird damit in Kauf genommen, dass einzelne Modellvarianten mit Bezugsmasse zwischen 2610 und 2840 kg nicht "mitgenommen" werden, weil sie vorsichtshalber als einer eigenständigen Modellfamilie zugehörig angenommen werden. In diesem Fall wird empfohlen, die entsprechende Vorschrift wie folgt umzusetzen:

-
- i) als Modellfamilie wird in der Regel das erste Wort des Eintrags in der Typengenehmigung verwendet (Beispiele: Nissan Primastar; Opel Movano; sämtliche übliche PW-Modellbezeichnungen für über eine LNF-Zulassung verfügende PW-Modelle).
 - ii) Folgt an zweiter Stelle der Typenbezeichnung ein Eintrag, welcher die Grösse des Fahrzeugs/des Aufbaus/des Radstands kennzeichnet, so gelten erstes und zweites Wort der Typenbezeichnung als Bezeichnung der Modellfamilie (Beispiele: VW Crafter 35/50; Mercedes Sprinter 3xx/4xx/5xx; Opel Vivaro 20/25; Ford Transit 300/330/350).
 - iii) Es gilt die Bezugsmasse-Grenze von 2840 kg, falls innerhalb der so definierten Modellfamilien Varianten mit Bezugsmasse unterhalb 2610 kg existieren.

Zu dieser Strategie resp. Definition von Modellfamilien ist zu bemerken, dass die Handelsbezeichnung in der Datenbank mit den Typengenehmigungen sehr uneinheitlich ausgefüllt wurde (vgl. Anhang A2). Das bedeutet, dass die Festlegung von Modellfamilien mit viel "Handarbeit" verbunden ist. (Beispielsweise ist nur angegeben "Mercedes-Benz 411 CDI", gemeint ist damit aber die Modellfamilie "Mercedes-Benz Sprinter", evtl. "Mercedes-Benz Sprinter 4xx" oder IVECO mal ergänzt mit Daily, mal mit DPF für Dieselpartikelfilter und mal ohne eine Zusatzbezeichnung, eigentliche wäre alles die Modellfamilie "IVECO Daily".)

Strategie 3: Für alle Fahrzeuge gilt eine Bezugsmassen-Grenze von 2'840 kg. Diese Strategie ist begründet mit einer Auswertung der Typengenehmigungsdaten: Zu ausnahmslos allen N1-Modellfamilien (sogar bei einer restriktiven Auslegung des Worts "Modellfamilie", vgl. Anhang A2), welche Modellvarianten mit Bezugsmassen zwischen 2610 und 2840 kg aufweisen, gibt es auch Modellvarianten mit Bezugsmassen unter 2610 kg. Damit würde im N1-Bereich de facto die 2840- statt der 2610-kg-Limite gelten.

Darstellung im vorliegenden Bericht

Für den vorliegenden Bericht wurden nur die N1-Fahrzeuge bezüglich Modellfamilien genauer ausgewertet (vgl. Anhang A2). Für die Berechnung der CO₂-Emissionen wurden alle Fahrzeuge mit einer Bezugsmasse < 2'840 kg berücksichtigt, d.h. die CO₂-Emissionen gemäss Strategie 3 berechnet.

2.5 Daten zum Treibstoffverbrauch

In Datenbank vorhandene Daten

Bei allen seit dem 1.1.2008 (bei mehrstufiger Herstellung 1.1.2009) neu typengenehmigten Lieferwagen müssen Verbrauch und CO₂-Emissionen angegeben werden. Ausgenommen sind nur Lieferwagen mit Motoren, die der RL 2005/55/EG (Vorschriften für schwere Motorwagen) entsprechen, und von welchen weltweit weniger als 2000 Fahrzeuge hergestellt werden.

Laut einem Datenauszug aus MOFIS der per 19.11.2009 in der Schweiz zugelassenen Lieferwagen existieren noch 22 verkaufsaktive Typengenehmigungen (1815 Fahrzeuge zugelassen), welchen noch keine Angaben zu Verbrauch und CO₂-Emissionen enthalten. Diese Genehmigungen verlieren auf den 1.1.2011 bzw. 1.1.2012 ihre Gültigkeit, d.h. die darunter fallenden Fahrzeuge können nur noch zugelassen werden, wenn sie vor diesen Daten verzollt werden. Bei 1069 verkaufsaktiven Typengenehmigungen, unter welchen 58'690 Fahrzeuge zugelassen sind, sind Verbrauch und CO₂-Emission ausgewiesen.

Erst ab dem 1.1.2012 dürfen damit ausschliesslich noch Lieferwagen in die Schweiz eingeführt werden welche Angaben zu Verbrauch und CO₂-Emission haben müssen. Ausgenommen sind nur die oben erwähnten Lieferwagen mit Motoren, die der RL 2005/55/EG (Vorschriften für schwere Motorwagen) entsprechen. Fahrzeuge, welche entweder unter diese Ausnahmeregelung fallen, oder noch den oben erwähnten 22 Typengenehmigungen entsprechen und vor den Stichdaten verzollt worden sind, können weiterhin in Verkehr gebracht werden. Für einzelne importierte Fahrzeuge (Direktimporte), welche unter gewissen Voraussetzungen von der Typengenehmigungspflicht befreit sind, sind ebenfalls keine Angaben erforderlich.

Parametrisierung des Treibstoffverbrauchs

Auch die für die EU-Kommission erstellte Studie (TNO 2009) musste mit den noch fehlenden CO₂-Werten in den Typengenehmigungen umgehen. Es wurden dazu einfachere Regressionsanalysen durchgeführt und bei Fehlen von CO₂-Werten zugeordnet.

Da die Datenbasis sich zurzeit stetig verbessert, erscheint es nicht als ratsam, die Regressionsergebnisse aus TNO (2009) zu verwenden, sondern die neuesten Daten zu verwenden, so dass so kleine Datenlücken wie möglich vorhanden sind. Auf Basis der neuesten Daten werden damit per lineare Regression der Verbrauch und die CO₂-Emissionen parametrisiert und zugeordnet.

Die Resultate der Regressionsanalysen sind im Anhang A3 aufgeführt.

3 Bestehender LNF-Bestand und CO₂-Emissionen in der EU

3.1 Bestand

Die Definition und Handhabung des Begriffs „LNF“ ist je EU-Mitgliedstaat unterschiedlich und stark abhängig von den jeweiligen fiskalischen Belastungsunterschieden zwischen Personenwagen und LNF. Während solche Unterschiede angesichts der Gesamtzahl bei den Personenwagen weniger ins Gewicht fallen, sind sie für LNF und die Frage der Erreichbarkeit des 175-g CO₂/km-Zielwerts essentiell. Die untenstehende Tabelle zeigt den Bestand gemäss SEC(2009)1454.

	EU15			EU12		
	1995	2000	2005	1995	2000	2005
Bestand D	10'950'000	15'357'000	19'854'000	781'000	1'047'000	1'255'000
Bestand B*	5'373'000	4'692'000	3'651'000	83'000	1'245'000	1'836'000
Total	16'323'000	20'050'000	23'506'000	1'611'000	2'293'000	3'093'000
Neuzulass. D	1'073'000	1'575'000	1'958'000	186'000	127'000	220'000
Neuzulass. B	165'000	162'000	106'000	200'000	84'000	81'000
Total	1'241'000	1'739'000	2'076'000	386'000	211'000	301'000

Tabelle 4. Bestand und Neuzulassungen der LNF 1995, 2000 und 2005 in der EU15 und EU12 (*inkl. LPG). Quelle: FLEETS (2008).

3.2 Mittlere g CO₂/km-Emissionswerte

Die CO₂-Emissionen der LNF-Neuzulassungen in der EU27 sind nicht genau bekannt. Für ihre Politiksetzung und Massnahmenabschätzung bezieht sich die EU auf in Auftrag gegebene Studien, welche ihrerseits Fahrzeugbestandesdaten von kommerziellen Anbietern erworben haben. Aus finanziellen Gründen beschränkt man sich dabei auf einige wenige EU-Mitgliedstaaten und rechnet die Ergebnisse hoch. Die kommerziellen Fahrzeugbestandesdaten weisen noch sehr lückenhafte g CO₂-km-Emissionswert-Datenbankeinträge auf. Die fehlenden Werte müssen über Regressionsanalyse zugewiesen werden. Bei zu geringer Vorhersagequalität des linearen Regressionsmodells wird lediglich ein Mittelwert zugewiesen. Die Definition des Begriffs LNF bei den kommerziellen Anbietern deckt sich nicht mit den Gepflogenheiten in den jeweiligen Mitgliedstaaten, weshalb jeweils eine manuelle Nachbearbeitung erfolgt.

Gemäss TNO (2009) betrug der mittlere $\text{g CO}_2/\text{km}$ -Emissionswert in der EU im Jahre 2007 203 g. Diese Schätzung hat jene von 201 g für das Jahr 2002 (TNO 2006) obsolet gemacht: Die Werte sind methodisch nicht vollständig vergleichbar. Der 2002er Wert beinhaltet mutmasslicherweise noch eine systematische Unterschätzung, weil in den Regressionsformeln vor allem kleinere LNF eingegangen sind (d.h. es ist nicht sicher, um es zwischen 2002 und 2007 wirklich einen Anstieg gegeben hat oder nicht).

Jahr	Diesel	Benzin	Gesamt
2002 (TNO 2006)	191g (Anteil 68%)	222g (Anteil 32%)	202.0g
2007 (TNO 2009)	203.3g (Anteil 98.2%)	184.8g (Anteil 1.8%)	203.0g

Tabelle 5. Mittlere $\text{g CO}_2/\text{km}$ -Werte der LNF-Neuzulassungen gemäss den Schätzungen für das Jahr 2002 und 2007.

3.3 Könnten PKW wegen der 130g-Regelung vermehrt als LNF registriert werden?

PKW und LNF sind sich in grossen Teilen technisch sehr ähnlich. Im Übergangsbereich gibt es mehrere Fahrzeugmodelle, welche sowohl in einer für Personentransporte ausgelegte Version als auch als „Lieferwagen“ erworben werden können, welche sich aus energetischer Sicht gar nicht unterscheiden. Welche Fahrzeuge fallen wann unter der 130g-Regelung für PKW oder aber unter den 175-Zielwert für die LNF?

Es gibt mehrere verschiedene Ansätze, wie man PKW und LNF unterscheiden kann: (i) Aufgrund der Typengenehmigung, (ii) aufgrund der Immatrikulation; (iii) aufgrund der fiskalischen Einstufung. Dies wird in den EU-Ländern (noch) nicht einheitlich gehandhabt. Namentlich die fiskalische Einstufung kann je nach Steuersystem sehr verschieden sein und dazu führen, dass in gewissen Ländern scheinbar viel mehr (PKW-ähnliche) LNF in Verkehr stehen als in anderen.

Die Regelung der 130g- und 175-g-Zuständigkeit über die Typengenehmigung ist eigentlich klar. Das Reporting der Mitgliedstaaten basiert allerdings eher auf die Fahrzeugregister; was dort steuerlich als Personenwagen gekennzeichnet ist, wird für das 130g-Reporting herangezogen, auch wenn eigentlich eine N1-Typengenehmigung vorliegt, diese werden nicht in jedem Mitgliedstaat korrekt ausgeschieden (R. Smokers, persönliche Mitteilung). Ebenso werden beim Reporting der Mitgliedstaaten steuerlich als Lieferwagen behandelte Fahrzeuge für die 175g-Regelung herangezogen, auch wenn sie eine M1-Typengenehmigung haben und eigentlich unter der 130g-Regelung fallen würden. Relativ gesehen kann dieser Effekt viel grösser sein als der umgekehrte bei den PKW, weil es viel weniger LNF als PKW gibt.

Wann ein Fahrzeug steuerlich als PKW oder als LNF eingestuft wird, wird stark beeinflusst von der nationalen Steuergesetzgebung. Es kann sein, dass Mitgliedstaaten auf Letzeres und nicht

auf Ersteres abstellen. Darum können durchschnittliche g CO₂/km-Werte von LNF-Neuzulassungen je nach Steuersystem nur beschränkt miteinander vergleichbar sein. Die EU-Kommission schreibt dazu (aus COM(2009)1454): „However, in practice many vehicles that are homologated as passenger cars (category M1) are registered as N1, often to take advantage of reduced taxation or other fiscal incentives. The decision under which category the vehicle is registered may be made independently from the homologation. Cars can also be easily adapted by distributors in order to allow the users to register these vehicles as LCVs.“

Die Tabelle 2 aus COM(2009)1454 zeigt auch auf, welchen Anteil die PKW-ähnlichen LNF am Gesamtbestand aller N1-Fahrzeuge haben. In Ländern mit hoher PKW-Besteuerung erreicht dieser Anteil 58% (Dänemark) oder 52% (Portugal), weitere Ländern weisen Werte über 30% aus (Spanien, Frankreich, Italien), andere deutlich geringer (Deutschland: 4%, Niederlande: 8%, usw.). Es ist deshalb denkbar, dass in mehreren EU-Ländern ein "Schlupfloch" besteht für die vermehrte Zulassung gewisser Personenwagen als LNF zur scheinbaren CO₂-Reduktion der Personenwagen-Neuinverkehrsetzungen unter der künftigen 130g-Regelung. Die 175g-Regelung für LNF mag die Attraktivität dieses Schlupflochs reduzieren, aber nicht eliminieren.

In der Schweiz scheint ein solches Schlupfloch aufgrund von Ausführungen des ASTRA nicht vorhanden zu sein: Ein Typenschein als LNF wird nur ausgestellt nach Prüfung gewisser Verhältnisse (z.B. Nutzlast im Verhältnis zum Gesamtgewicht). Das nachträgliche Montieren von Sitzen in als LNF ohne hintere Sitze zugelassenen Autos sollte im Rahmen der periodischen Motorfahrzeugkontrolle ebenfalls bemerkt werden. Deshalb scheint es in der Schweiz erschwert, PKW zum Zweck der Umgehung der 130g-Regelung als LNF registrieren zu lassen.

4 Bestehender LNF-Bestand und CO₂-Emissionen in der Schweiz

4.1 Einleitung

Die Bestände der leichten Nutzfahrzeuge liegen lückenlos vor (MOFIS-Datenbank des ASTRA), so dass der zeitliche Verlauf des Bestands und seiner technischen Eckwerte, soweit in der MOFIS-Datenbank vorhanden bzw. über die Typengenehmigungsdaten zuspielbar, möglich ist. Ausgewertet werden die Datenbestände der MOFIS-Datenbank per folgende Stichdaten:

- 1.1.2010: Dargestellt als Bestand per Ende 2009;
- 1.1.2009: Dargestellt als Bestand per Ende 2008;
- 31.1.2008: Dargestellt als Bestand per Ende 2007 (Da der Datenstand per 1.1.2008 nicht bekannt ist, werden die Bestände per Ende 2007 etwas überschätzt. Bei den Neuzulassungen werden aber nur diejenigen Fahrzeuge betrachtet, die effektiv im Laufe von 2007 erstmals in Verkehr gesetzt wurden). Es gilt zu beachten, dass im Datensatz per 31.1.2008 bei den Daten zweier Kantone einige Fehler vorliegen (gemäss mündliche Auskunft ASTRA vom Frühling 2008), welche aber bei Auswertungen auf nationaler Ebene keine Auswirkung haben;
- 31.1.2007: Dargestellt als Bestand per Ende 2006 (analog zu Daten vom 31.1.2008). Der Grund für das Stichdatum 31.1. (statt 1.1.) ist, dass auf den 1.1.2007 die Datenhoheit vom VBS auf das UVEK übergang und ein konsistenter Datenbankauszug erst per 31.1.2007 möglich war.

Für den Bestand und die Neuzulassungen werden die Kategorien N1 (aufgeteilt in N1-I, N1-II und N1-III), N2 und M2 betrachtet. CO₂-Emissionen werden nur für die Kategorien N1 und N2 berechnet.

4.2 LNF-Bestand

In Tabelle 6 sind die Bestände und Neuzulassungen für die Kategorien N1 (aufgeteilt in N1-I, N1-II und N1-III), N2 und M2 für die Jahre 2006 bis 2009 aufgeführt. Die Daten sind auch grafisch dargestellt (vgl. Abbildung 4 bis Abbildung 6).

Der Gesamtbestand der Kategorie N1 hat sich in den letzten vier Jahren geringfügig erhöht. Dabei ist auffallend, dass der Bestand in der leichtesten Klasse (N1-I) kontinuierlich abgenommen hat, während er vor allem in der schwersten Klasse (N1-III) zugenommen hat. Dass bei der

N1-I-Klasse die jährlichen Neuimmatrikulationen unter einem Prozent des jeweiligen Bestands ausmachen, bedeutet, dass dieses Segment "vom Aussterben bedroht" ist – offenbar gibt es kaum noch LNF-Modelle, welche als N1-I klassifiziert werden.

Kategorie	Jahr	2006	2007	2008	2009
N1-I		3'275	3'060	2'986	2'730
NeuIV N1-I		13	18	15	11
NeuIV N1-I in %		0.40%	0.59%	0.50%	0.40%
N1-II		24'073	24'771	25'933	25'287
NeuIV N1-II		1'706	2'466	2'578	1563
NeuIV N1-II in %		7.1%	10.0%	9.9%	6.2%
N1-III		233'940	236'740	245'399	248'227
NeuIV N1-III		19'241	20'583	20'390	19424
NeuIV N1-III in %		8.2%	8.7%	8.3%	7.8%
N1 tot (I+II+III)		261'288	264'571	274'318	276'244
NeuIV N1 tot		20'960	23'067	22'983	20'998
NeuIV N1 tot in %		8.0%	8.7%	8.4%	7.6%
N2		10'350	10'228	10'400	10'010
NeuIV N2		766	745	902	732
NeuIV N2 in %		7.4%	7.3%	8.7%	7.3%
M2		10'137	10'040	10'069	10'153
NeuIV M2		565	535	612	644
NeuIV M2 in %		5.6%	5.3%	6.1%	6.3%

Tabelle 6: Entwicklung von Gesamtbestand (Bestand Ende Jahr) und Neuzulassungen (im laufenden Jahr) für die Jahre 2006 bis 2009

Bei den Fahrzeugkategorien N2 (vgl. Abbildung 5) und M2 (vgl. Abbildung 6) haben in den letzten Jahren keine wesentlichen Änderungen stattgefunden.

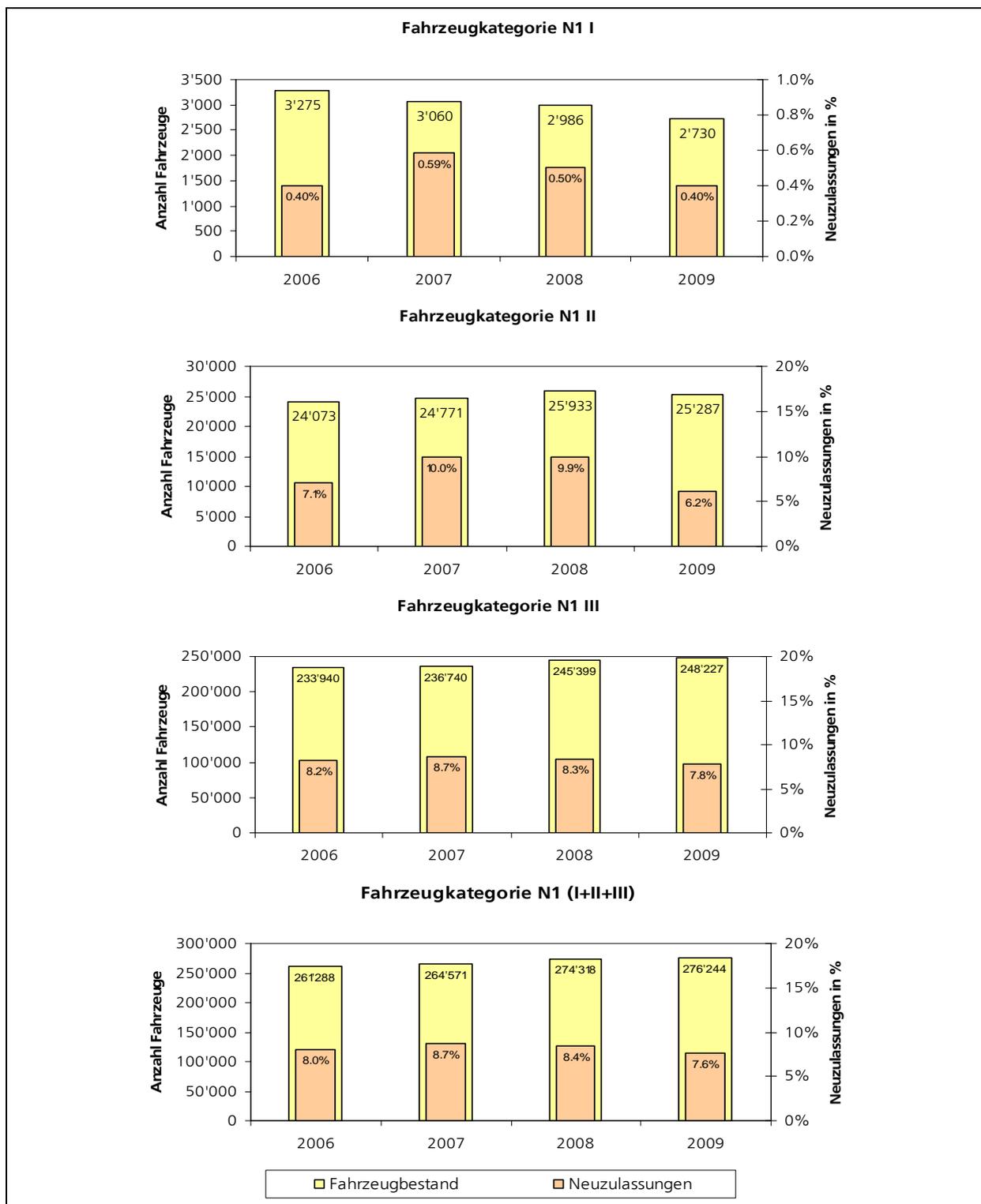


Abbildung 4: Entwicklung der N1-Fahrzeugbestände von 2006 bis 2009 sowie der Neuzulassungen im laufenden Jahr in Prozent des Gesamtbestandes (absolute Werte vgl. Tabelle 6)

Achtung: Unterschiedliche Skalen für die Anzahl Fahrzeuge

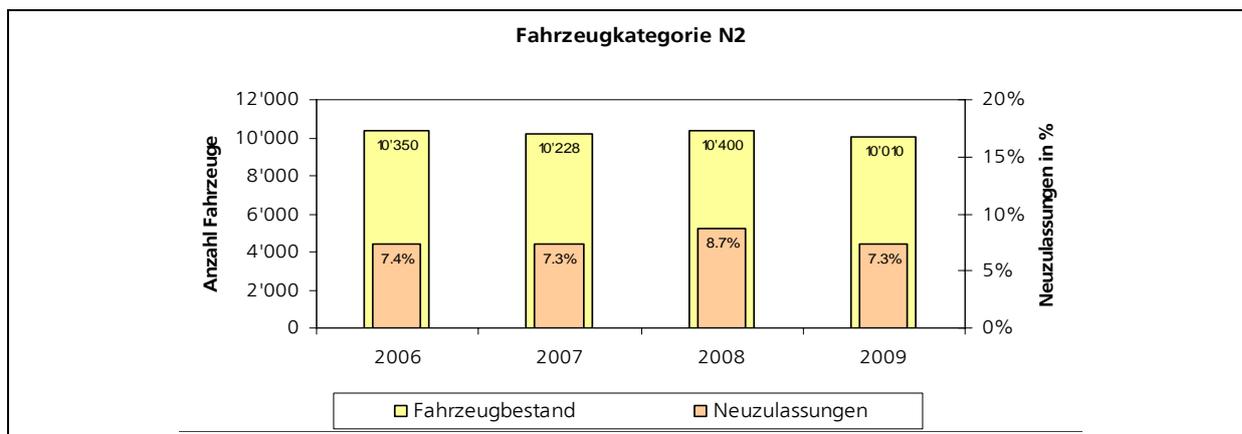


Abbildung 5: Entwicklung der N2-Fahrzeugbestände von 2006 bis 2009 sowie der Neuzulassungen im laufenden Jahr in Prozent des Gesamtbestandes (absolute Werte vgl. Tabelle 6)

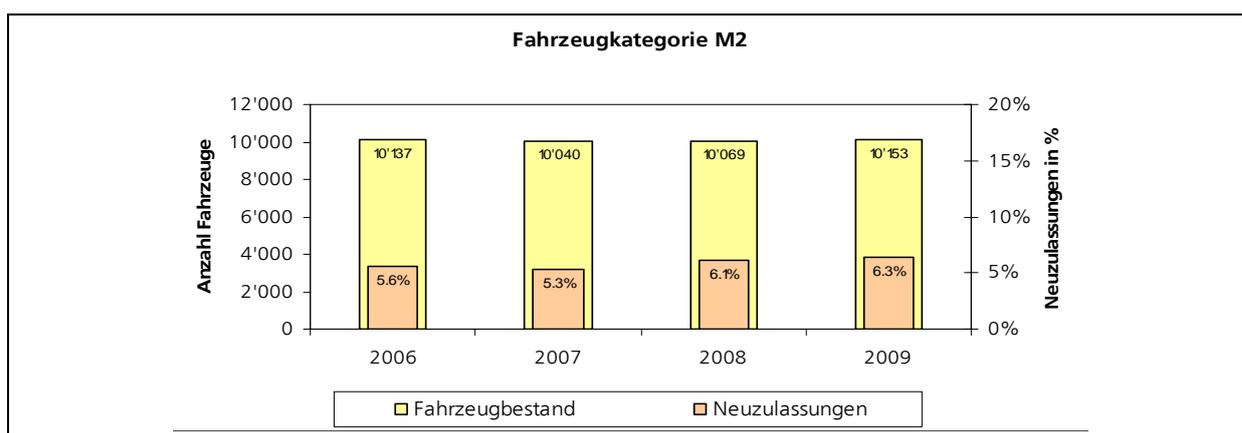


Abbildung 6: Entwicklung der M2-Fahrzeugbestände von 2006 bis 2009 sowie der Neuzulassungen im laufenden Jahr in Prozent des Gesamtbestandes (absolute Werte vgl. Tabelle 6)

4.3 Bestand der unter die 175-g CO₂/km-Regelung fallende LNF

Im Folgenden wird betrachtet, wie viele Fahrzeuge des Bestandes der letzten vier Jahre in die Gewichtskategorien fallen, für die künftig gemäss EU-Regelung neue g CO₂/km-Zielwerte gelten würden.

Tabelle 7 zeigt die bisherige Entwicklung des Gesamtbestands (Bestand Ende Jahr) in den Gewichtskategorien, die künftig von der EU-Regelung betroffenen würden. Die Daten sind auch grafisch dargestellt (vgl. Abbildung 7 bis Abbildung 9).

	Jahr	2006	2007	2008	2009
Gesamtbestand					
Kategorie					
N1-I total		3'275	3'060	2'986	2'730
N1-I < 2610 kg		3'275	3'060	2'986	2'730
2610 < N1-I < 2840 kg		0	0	0	0
N1-I < 2840 kg		3'275	3'060	2'986	2'730
N1-II total		24'073	24'771	25'933	25'287
N1-II <2610 kg		24'073	24'771	25'933	25'287
2610 < N1-II < 2840 kg		0	0	0	0
N1-II < 2840 kg		24'073	24'771	25'933	25'287
N1-III total		233'940	236'740	245'399	248'227
N1-III <2610 kg		216'212	219'442	229'611	231'994
2610 < N1-III < 2840 kg		10'638	10'836	11'199	11'644
N1-III < 2840 kg		226'850	230'278	240'810	243'638
N1 total (I+II+III)		261'288	264'571	274'318	276'244
N1 total < 2610 kg		243'560	247'273	258'530	260'011
2610 < N1 total < 2840 kg		10'638	10'836	11'199	11'644
N1 total < 2840 kg		254'198	258'109	269'729	271'655
N2 total		10'350	10'228	10'400	10'010
N2 < 2610 kg		2'340	2'248	2'291	2'184
2610 < N2 < 2840 kg		504	515	565	554
N2 < 2840 kg		2'844	2'763	2'856	2'738
M2 total		10'137	10'040	10'069	10'153
M2 < 2610 kg		7'179	7'103	7'820	7'839
2610 < M2 < 2840 kg		898	955	907	995
M2 < 2840 kg		8'077	8'058	8'727	8'834

Tabelle 7: Bisherige Entwicklung des Gesamtbestands (Bestand Ende Jahr) in den Gewichtskategorien, die künftig von der EU-Regelung betroffenen würden. Es wird unterschieden nach Fahrzeugen mit einer Bezugsmasse < 2'610 kg und einer Bezugsmasse zwischen 2'610 und 2'840 kg.

Der gesamte Bestand an Fahrzeugen in der leichtesten Klasse (N1-I) liegt in jenem Gewichtsbereich, der künftig unter die neue EU-Regelung fallen würde. Er hat in den letzten Jahren kontinuierlich abgenommen, es gibt fast keine N1-I-Neuzulassungen, vermutlich deshalb, weil es kaum noch PKW mit einer Bezugsmasse unterhalb 1305 kg gibt, welche sich als Ausgangsfahrzeuge für die Ableitung eines LNF-Modells eignen würden. Auch der gesamte Bestand der Klasse N1-II liegt im von der EU-Regelung betroffenen Gewichtsbereich. Dieser Bestand hat von 2006 bis 2008 leicht zugenommen und im 2009 wieder leicht abgenommen. Kontinuierlich zugenommen hat der Bestand der Fahrzeuge in der Klasse N1-III.

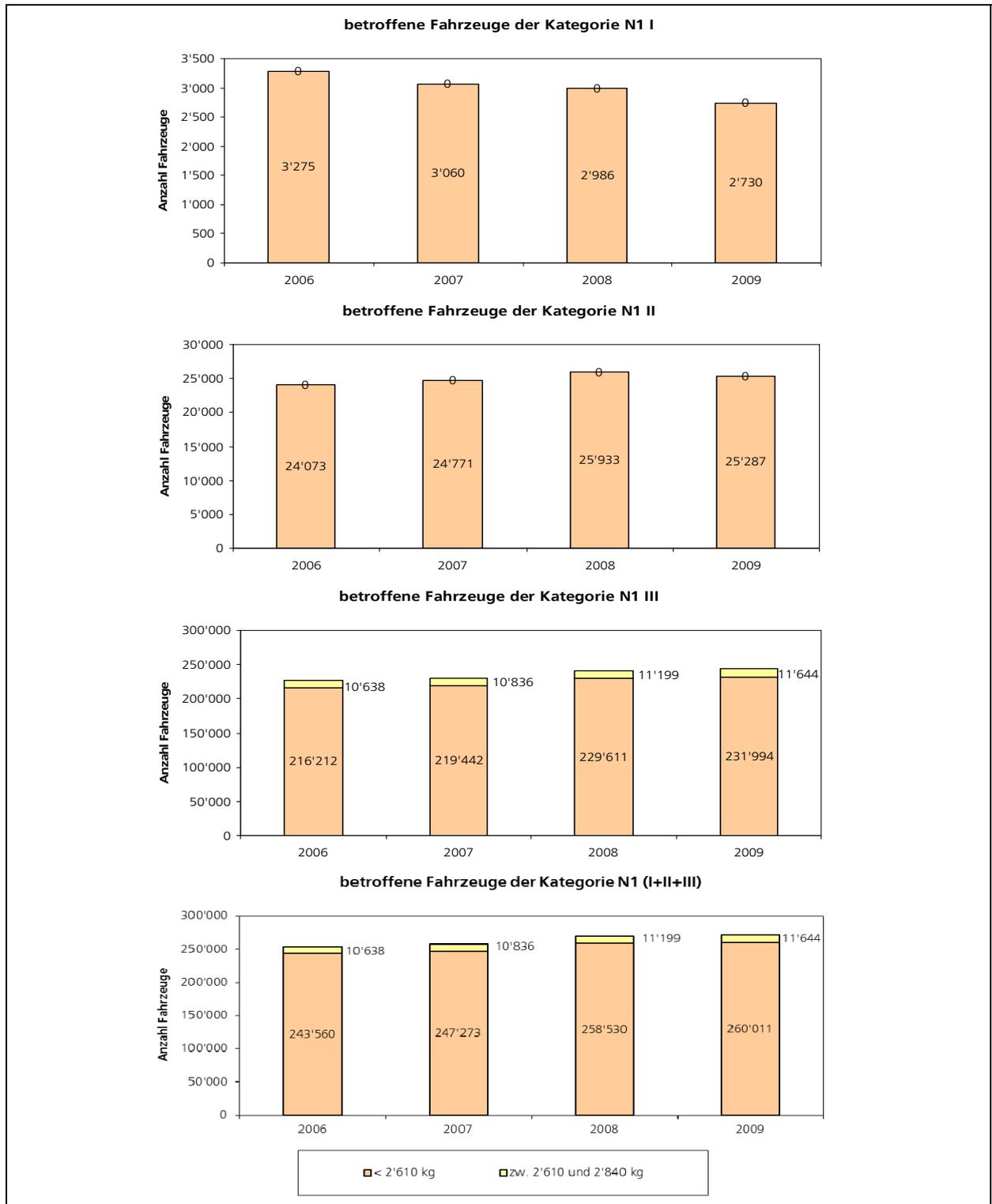


Abbildung 7: Bisherige Entwicklung des Gesamtbestands (Bestand Ende Jahr) der N1-Fahrzeuge in den Gewichtskategorien, die künftig von der EU-Regelung betroffenen würden.

Achtung: Unterschiedliche Skalen für die Anzahl Fahrzeuge

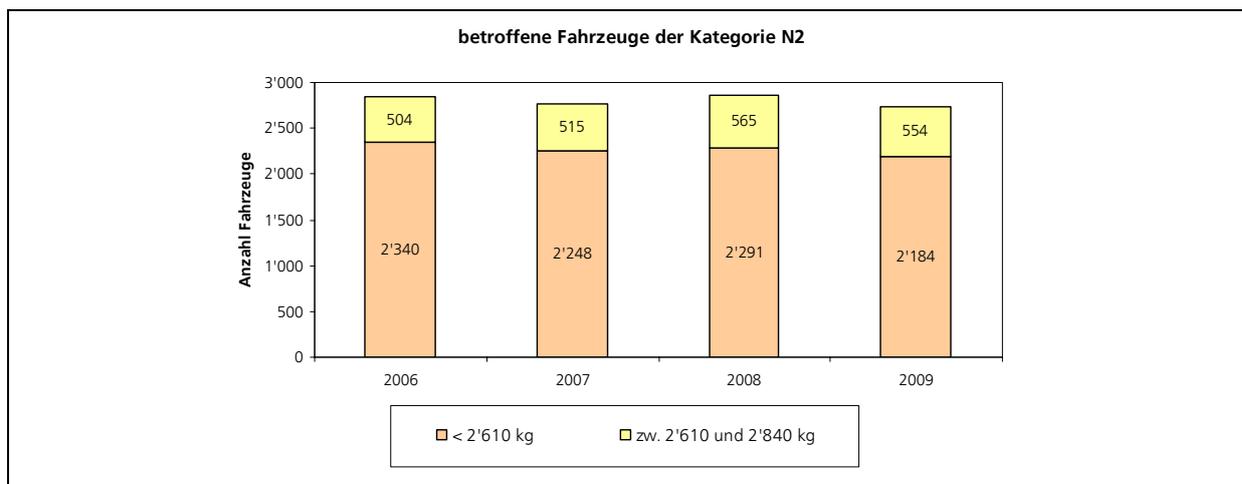


Abbildung 8: Bisherige Entwicklung des Gesamtbestands (Bestand Ende Jahr) der N2-Fahrzeuge in den Gewichtskategorien, die künftig von der EU-Regelung betroffenen würden.

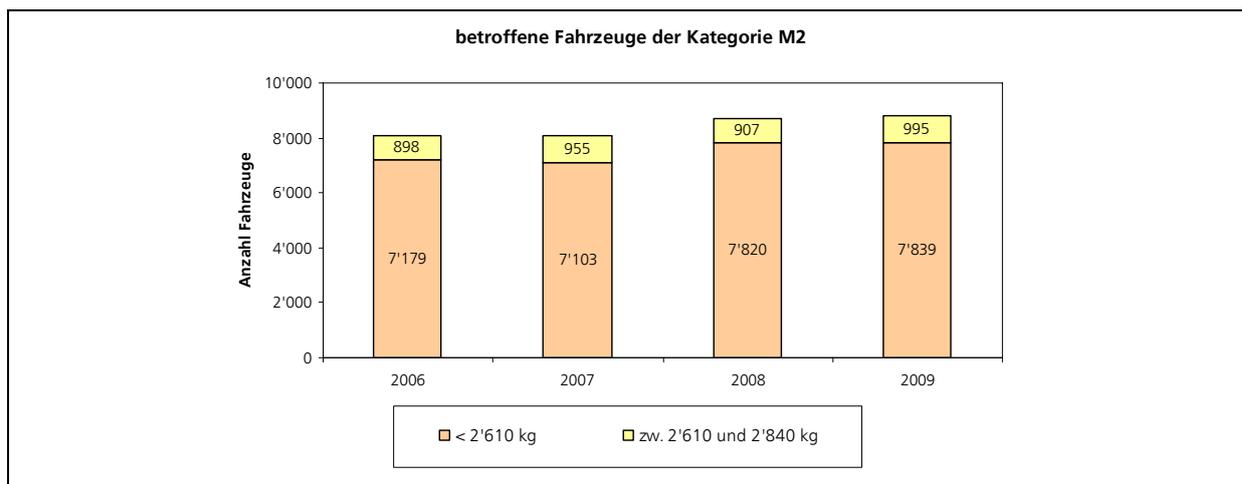


Abbildung 9: Bisherige Entwicklung des Gesamtbestands (Bestand Ende Jahr) der M2-Fahrzeuge in den Gewichtskategorien, die künftig von der EU-Regelung betroffenen würden.

Der Bestand der N2-Fahrzeuge in den Gewichtskategorien, die künftig von der EU-Regelung betroffenen würden, hat sich in den letzten Jahren kaum verändert (vgl. Abbildung 8). Bei den M2-Fahrzeugen hat der entsprechende Bestand in den letzten Jahren leicht zugenommen.

4.4 Analyse der LNF-Neuzulassungen

Tabelle 8 zeigt die Entwicklung der Neuzulassungen je Gewichtskategorie für die Jahre 2006 bis 2009. Grafisch sind die Daten in Abbildung 10 bis Abbildung 13 dargestellt.

Weitaus am meisten neue leichte Nutzfahrzeuge werden jedes Jahr in der Kategorie N1-III zugelassen (d.h. Nutzfahrzeuge mit einem Gesamtgewicht zwischen 1'760 und 3'500 kg, vgl. Abbildung 13). Während die Anzahl Neuzulassungen in dieser Kategorie von 2006 auf 2007 zugenommen hat, ist sie seither leicht rückläufig. Der Rückgang an Neuzulassungen von 2008 auf 2009 ist auch bei den anderen Kategorien (N1-I, N1-II und N2, vgl. Abbildung 10 und Abbildung 11) deutlich. Einzig bei den M2-Fahrzeugen haben die Neuzulassungen seit 2007 zugenommen (vgl. Abbildung 12).

Jahr	2006	2007	2008	2009
Neuimmatrikulationen				
Kategorie				
N1-I total	13	18	15	11
N1-I < 2610 kg	13	18	15	11
2610 < N1-I < 2840 kg	0	0	0	0
N1-I < 2840 kg	13	18	15	11
N1-II total	1'706	2'466	2'578	1'563
N1-II < 2610 kg	1'706	2'466	2'578	1'563
2610 < N1-II < 2840 kg	0	0	0	0
N1-II < 2840 kg	1'706	2'466	2'578	1'563
N1-III total	19'241	20'583	20'390	19'424
N1-III < 2610 kg	17'826	18'805	18'565	17'919
2610 < N1-III < 2840 kg	1'027	1'289	1'366	1'136
N1-III < 2840 kg	18'853	20'094	19'931	19'055
N1 total (I+II+III)	20'960	23'067	22'983	20'998
N1 total < 2610 kg	19'545	21'289	21'158	19'493
2610 < N1 total < 2840 kg	1'027	1'289	1'366	1'136
N1 total < 2840 kg	20'572	22'578	22'524	20'629
N2 total	766	745	902	732
N2 < 2610 kg	160	195	203	122
2610 < N2 < 2840 kg	33	27	48	34
N2 < 2840 kg	193	222	251	156
M2 total	565	535	612	644
M2 < 2610 kg	399	316	368	421
2610 < M2 < 2840 kg	52	80	94	98
M2 < 2840 kg	451	396	462	519

Tabelle 8: Entwicklung der Neuzulassungen für die Jahre 2006 bis 2009 (Anzahl je unterschiedliche Gewichtskategorien).

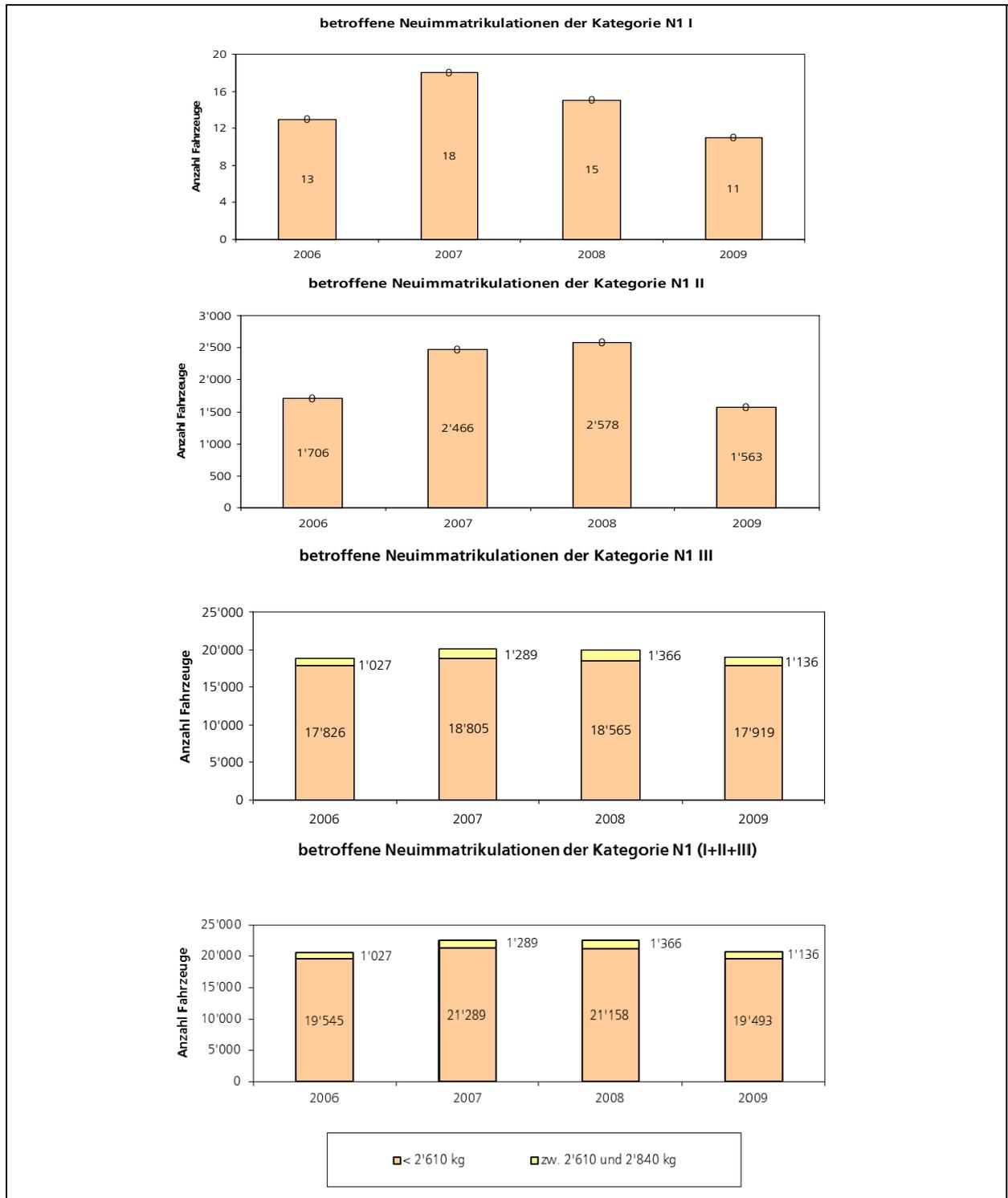


Abbildung 10: Entwicklung der Neuzulassungen der Kategorie N1 für die Jahre 2006 bis 2009 nach den Gewichtskategorien, die künftig von der EU-Regelung betroffen würden.

Achtung: Unterschiedliche Skalen für die Anzahl Fahrzeuge

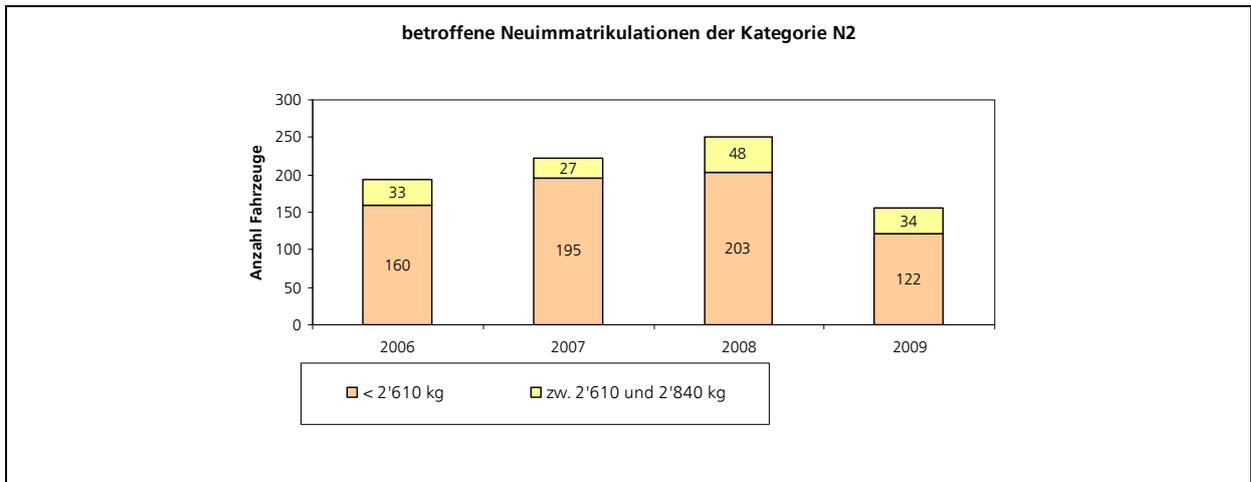


Abbildung 11: Entwicklung der Neuzulassungen der Kategorie N2 für die Jahre 2006 bis 2009 nach den Gewichtskategorien, die künftig von der EU-Regelung betroffen würden.

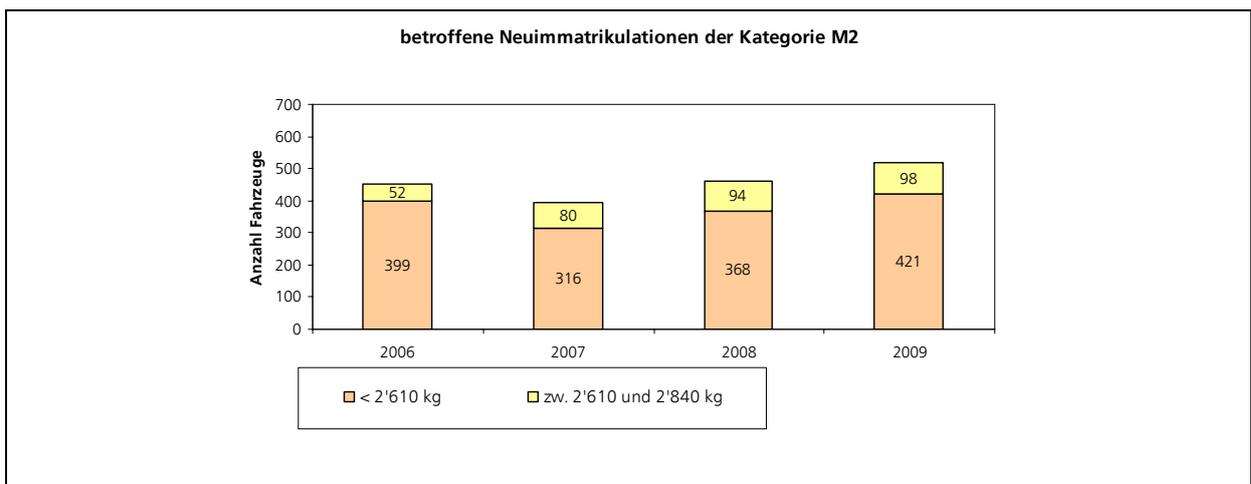


Abbildung 12: Entwicklung der Neuzulassungen der Kategorie M2 für die Jahre 2006 bis 2009 nach den Gewichtskategorien, die künftig von der EU-Regelung betroffen würden.

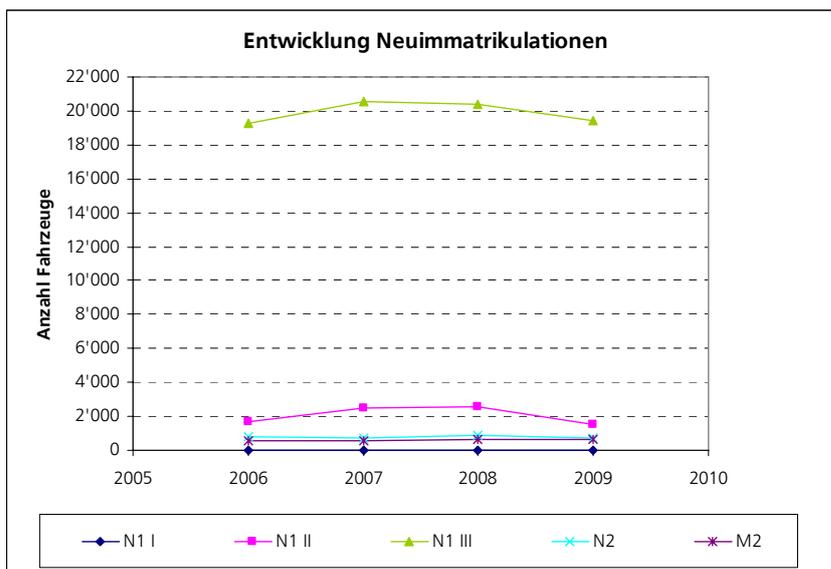


Abbildung 13: Entwicklung der Neuzulassungen für die Fahrzeugkategorien N1-I, N1-II, N1-III, N2 und M2.

4.5 Mittlere g CO₂/km-Werte der Neuzulassungen

Die Modellierung der Verbrauchswerte für die CO₂-Emissionen pro km ("g CO₂/km-Werte") wurde mit den Typengenehmigungsdaten (Stand 16.06.2010) durchgeführt. Dabei werden die Regressionsmodelle mit den Typengenehmigungsdaten für die Fahrzeugkategorie N1 durchgeführt. Es werden zwei verschiedenen Regressionen durchgeführt (sowohl mit als auch ohne die unabhängige Variable Leergewicht), für den Einsatz je nachdem, ob für ein Fahrzeug das Leergewicht in der TARGA-Datenbank vorhanden ist oder nicht. Das Vorgehen und die Resultate der Regression sind im Anhang A3 genauer erläutert.

Für die Neuzulassungen im Laufe der Jahre 2006, 2007, 2008 und 2009 wurde pro EU-Kategorie für alle Fahrzeuge mit einer Bezugsmasse < 2'840 kg der Mittelwert der g CO₂/km-Werte ermittelt. Dabei wurde einerseits der Mittelwert der in den Typengenehmigungen angegebenen g CO₂/km-Werte berechnet und andererseits der Mittelwert der Werte aus der Regression (vgl. Tabelle 9 bis 12).

Charakterisierung LNF-Bestand Neuzulassungen 2006 mit Referenzmasse < 2840 kg
Stand Datenbank: 31.1.2007

Fahrzeug- kategorie	Anzahl / Fz-Kat.	CO ₂ -Mittelwerte							
		gemäss Typenge- nehmigung		aus Regression		gemäss Typengen. wo vorh., sonst Regression			
		g / km	Anz. Werte	g / km	Anz. Werte	g / km	Anz. Werte		
M2	451	247.3	19	267.8	404	267.8	404		
N1I	13	137.7	3	137.0	11	138.1	11		
N1II	1'706	172.0	1'543	175.3	1'694	172.1	1'694		
N1III	18'853	216.6	3'947	233.0	18'446	232.4	18'467		
N2	193	259.8	22	272.7	184	273.0	184		
		Mittelwert Gesamtgewicht gemäss MOFIS		Mittelwert Leergewicht gemäss MOFIS		Mittelwert Referenzmasse gemäss MOFIS		Mittelwert Leistung gemäss TARGA	
		kg	Anz. Werte	kg	Anz. Werte	kg	Anz. Werte	kW	Anz. Werte
M2		3'483	451	2'461	451	2'486	451	88.6	414
N1I		1'211	13	928	13	953	13	41.4	13
N1II		1'617	1'704	1'143	1'704	1'168	1'704	56.7	1'696
N1III		2'974	18'854	1'970	18'854	1'995	18'854	85.9	18'566
N2		3'723	192	2'331	192	2'356	192	114.0	185

Tabelle 9. Charakterisierung des LNF-Bestandes der Neuzulassungen 2006 mit einer Bezugsmasse < 2'840 kg.

Charakterisierung LNF-Bestand Neuzulassungen 2007 mit Referenzmasse < 2840 kg
Stand Datenbank: 31.1.2008

Fahrzeug- kategorie	Anzahl / Fz-Kat.	CO ₂ -Mittelwerte							
		gemäss Typenge- nehmigung		aus Regression		gemäss Typengen. wo vorh., sonst Regression			
		g / km	Anz. Werte	g / km	Anz. Werte	g / km	Anz. Werte		
M2	396	250.5	76	265.8	381	266.7	381		
N1I	18	138.3	4	143.8	14	143.4	14		
N1II	2'466	167.5	2'434	169.0	2'451	167.6	2'451		
N1III	20'094	228.9	16'391	232.7	19'666	232.1	19'729		
N2	222	266.4	112	281.9	209	279.0	209		
		Mittelwert Gesamtgewicht gemäss MOFIS		Mittelwert Leergewicht gemäss MOFIS		Mittelwert Referenzmasse gemäss MOFIS		Mittelwert Leistung gemäss TARGA	
		kg	Anz. Werte	kg	Anz. Werte	kg	Anz. Werte	kW	Anz. Werte
M2		3'506	396	2'495	396	2'520	396	95.2	392
N1I		1'189	14	932	14	957	14	44.2	14
N1II		1'649	2'458	1'168	2'458	1'193	2'458	57.1	2'452
N1III		3'033	20'080	2'021	20'080	2'046	20'080	90.1	19'785
N2		3'787	222	2'336	222	2'361	222	122.3	210

Tabelle 10. Charakterisierung des LNF-Bestandes der Neuzulassungen 2007 mit einer Bezugsmasse < 2'840 kg.

Charakterisierung LNF-Bestand Neuzulassungen 2008 mit Referenzmasse < 2840 kg

Stand Datenbank: 1.1.2009

Fahrzeug- kategorie	Anzahl / Fz-Kat.	CO ₂ -Mittelwerte							
		gemäss Typenge- nehmigung		aus Regression		gemäss Typengen. wo vorh., sonst Regression			
		g / km	Anz. Werte	g / km	Anz. Werte	g / km	Anz. Werte		
M2	462	259.9	140	267.2	432	270.7	432		
N1I	15	139.1	9	137.2	12	138.8	12		
N1II	2'578	164.3	2'561	167.0	2'568	164.4	2'568		
N1III	19'931	232.9	19'273	230.7	19'521	233.1	19'582		
N2	251	298.6	174	289.1	243	307.5	243		
		Mittelwert Gesamtgewicht gemäss MOFIS		Mittelwert Leergewicht gemäss MOFIS		Mittelwert Referenzmasse gemäss MOFIS		Mittelwert Leistung gemäss TARGA	
		kg	Anz. Werte	kg	Anz. Werte	kg	Anz. Werte	kW	Anz. Werte
M2		3'507	466	2'513	466	2'538	466	98.0	461
N1I		1'216	15	950	15	975	15	40.3	14
N1II		1'656	2'578	1'165	2'578	1'190	2'578	55.8	2'570
N1III		3'009	19'932	2'012	19'932	2'037	19'932	90.1	19'635
N2		3'903	251	2'382	251	2'407	251	121.0	243

Tabelle 11. Charakterisierung des LNF-Bestandes der Neuzulassungen **2008** mit einer Bezugsmasse < 2'840 kg.

Charakterisierung LNF-Bestand Neuzulassungen 2009 mit Referenzmasse < 2840 kg

Stand Datenbank: 1.1.2010

Fahrzeug- kategorie	Anzahl / Fz-Kat.	CO ₂ -Mittelwerte							
		gemäss Typenge- nehmigung		aus Regression		gemäss Typengen. wo vorh., sonst Regression			
		g / km	Anz. Werte	g / km	Anz. Werte	g / km	Anz. Werte		
M2	519	258.0	123	270.7	491	272.5	491		
N1I	11	140.0	10	133.4	10	140.0	10		
N1II	1'563	161.2	1'543	163.9	1'542	161.2	1'542		
N1III	19'055	227.2	18'704	227.0	18'715	227.3	18'740		
N2	156	295.0	103	292.3	153	307.4	153		
		Mittelwert Gesamtgewicht gemäss MOFIS		Mittelwert Leergewicht gemäss MOFIS		Mittelwert Referenzmasse gemäss MOFIS		Mittelwert Leistung gemäss TARGA	
		kg	Anz. Werte	kg	Anz. Werte	kg	Anz. Werte	kW	Anz. Werte
M2		3'508	520	2'514	520	2'539	520	98.1	506
N1I		1'259	11	1'055	11	1'080	11	40.0	10
N1II		1'652	1'563	1'141	1'563	1'166	1'563	53.3	1'544
N1III		2'927	19'057	1'965	19'057	1'990	19'057	88.4	18'781
N2		3'907	156	2'398	156	2'423	156	117.9	153

Tabelle 12. Charakterisierung des LNF-Bestandes der Neuzulassungen **2009** mit einer Bezugsmasse < 2'840 kg.

Die Angaben je Jahr aus den Tabellen 9 bis 12 werden für die N1-Fahrzeuge untenstehend mit den wichtigsten Bezugsgrössen zusammengefasst (Tabelle 13).

Jahr	Anzahl	Ø Leergew. [kg]	Ø Ref.-gew. [kg]	Ø Leistung [kW]	Ø rel. Leistung [kW/t]	Ø CO₂ [gCO ₂ /km]
2006	20'571	1901	1926	83.4	43.9	227.3
2007	22'552	1927	1952	86.5	44.9	224.9
2008	22'525	1915	1940	86.1	45.0	225.1
2009	20'631	1902	1927	85.7	45.0	222.2

Tabelle 13. Mittelwerte für die leichte Nutzfahrzeuge (N1; absatzgewichtetes Mittel der Kategorien N1-I, N1-II, N1-III).

Diskussion:

- Bei den Neuzulassungen im Laufe von 2006 existieren erst bei rund 20% der Fahrzeuge Angaben zu den spezifischen CO₂-Emissionen in den Typengenehmigungsdaten. Bei den Neuzulassungen im Laufe von 2009 fehlen Angaben nur noch bei knapp 2% der Fahrzeuge; für 1.5% dieser Fahrzeuge mit fehlenden Angaben fehlen im MOFIS auch weitere Angaben so, dass die Zuweisung eines g CO₂/km-Werts über Regressionsformeln nicht möglich ist.
- Übereinstimmung von Mittelwerten gemäss Typengenehmigung und Mittelwerten gemäss Regression: Für das Jahr 2009 stimmen die mittleren g CO₂/km-Werte gemäss Typengenehmigung und gemäss Regression für die N1-Fahrzeuge absatzgewichtete überein (siehe auch Anhang A3).
- Wenn man die Entwicklung der g CO₂/km-Mittelwerte allein gemäss Typengenehmigung betrachtet, resultiert eine scheinbare Zunahme von 2006 bis 2008 (und Abnahme auf 2009), weil Typengenehmigungsdaten offenbar zuerst für die leichteren, und erst auf 2009 auch für alle schwereren N1-III-LNF vorlagen. Diese Zunahme ist aber nicht real, sie basiert auf Änderungen der zugrundeliegenden Populationen.
- Wenn man ausschliesslich die Regressionswerte betrachtet, zeigt sich eine klarere jährliche Abnahme von 2006 bis 2009; dies ist aber eine logische Folge der gewählten Form des Regressionsmodells mit einer Zeitkomponente (über Erstinverkehrssetzungsjahr) zur Abbildung des technischen Fortschritts.
- Wenn man die kombinierten Werte aus Typengenehmigung plus Regression betrachtet (wo der Wert aus der Typengenehmigung fehlt, wird das Regressionsergebnis verwendet), sieht man die Abnahme von 2006 bis 2009, mit einer Stagnation von 2007 auf 2008. Diese Stagnation kann verschiedene mögliche Gründe haben in der wirtschaftlichen Entwicklung bzw. den wahrgenommenen wirtschaftlichen Aussichten (Finanzkrise ab Herbst 2007, ab 2008 Weltwirtschaftskrise).

4.6 CO₂-Emissionen der LNF in der Schweiz

Zur Berechnung der jährlichen CO₂-Emissionen der LNF wären die obigen g CO₂/km-Werte, welche auf den Normfahrzyklus (NEFZ) basieren, in einem ersten Schritt mittels eines Korrekturfaktors auf real-world-Verhältnisse zu erhöhen, im zweiten Schritt dann mit der Fahrleistung je Fahrzeuggruppe zu multiplizieren. Für die fahrleistungsgewichtete Zusammensetzung des LNF-Gesamtbestands aus den einzelnen Fahrzeuggruppen (wie z.B. "LNF N1-I, Benzin, Euro-3, 7-jährig") bedarf es ausserdem eines Flottenmodells. Solche Berechnungen finden sich in BAFU (2010), welche allerdings noch nicht auf die hier berechneten neuesten g CO₂/km-Werte basieren.

Gemäss BAFU (2010) emittierten die LNF in der Schweiz im Jahr 2010 insgesamt 871'741 t CO₂ (insgesamt bzw. am Auspuff gemessene CO₂-Emissionen, d.h. Berücksichtigung des Effekts von Biotreibstoffen). Dem liegt ein Bestand von 321'000 LNF und eine Fahrleistung 2010 von 3607 Mio. Fahrzeugkilometer zugrunde. Der Treibstoffverbrauch 2010 beträgt 61'993 Tonnen Benzin und 214'927 Tonnen Diesel.

Obigen Zahlen aus BAFU (2010) gelten für den LNF-Gesamtbestand ohne Aufteilung der LNF gemäss der Limite von 2610 bzw. 2840 kg. Dies wird im vorliegenden Bericht in Tabelle 15 approximativ versucht.

5 Autonomes Technisches Potenzial (ATP)

5.1 Methodischer Ansatz

Für die Definition möglicher Szenarien im nächsten Kapitel ist zunächst zu untersuchen, um wie viel – basierend auf historischer Evidenz, d.h. die technischen Eckdaten der LNF-Neuzulassungen der letzten Jahre – die Neufahrzeuge jedes Jahr besser werden könnten (aufgrund des technischen Fortschritts). Dieses sogenannte autonome technische Potenzial wird als jährlich konstant angenommen; es kann zur Reduktion von Energieverbrauch/CO₂-Emissionswerte, zur Erhöhung der Fahrzeuggrösse (mittleres Leergewicht) oder zur Erhöhung der Normleistung verwendet werden.

Ein wichtiger Bestandteil des vorliegenden Berichts ist deshalb die Abschätzung des autonomen technischen (CO₂-Reduktions-)Potenzials, abgekürzt ATP, basierend auf die Marktdaten der Jahre 2006 (frühere Daten stehen nicht mit der erforderlichen Qualität bezüglich den CO₂-Emissionen zur Verfügung) bis 2009. Das gewählte Vorgehen ist analog zu de Haan (2009a) und EBP (2010c):

- Über den betrachteten Zeitraum haben die **CO₂-Emissionen** der Schweizer LNF-Neuzulassungen abgenommen. Im Gegensatz zu den PKW (sh. EBP 2010c) gehen wir bei den LNF nicht davon aus, dass ein Teil des Rückgangs in den Normemissionen scheinbarer Natur wäre.
- In der gleichen Periode hat das **Leergewicht** der LNF-Neuzulassungen sich (leicht) erhöht. Das Leergewicht wirkt sich im Prinzip 1:1 aus auf den Treibstoffverbrauch (sowohl in der kinetischen Energie wie auch in der potentiellen Energie geht die Masse des Fahrzeugs direkt ein). Allerdings haben grössere Fahrzeuge auch wieder mehr Potential zur Erreichung höherer Energieeffizienz. Und neben kinetischer und potentieller Energie sind auch interne Reibung, Rollreibung und Luftreibung wichtig, welche nicht 1:1 mit dem Leergewicht skalieren. Es wird deshalb davon ausgegangen, dass +10% Leergewicht zu +7.5% Treibstoffverbrauch führt.
- Auch die **relative Motorisierung** (ausgedrückt in kW Normleistung je Tonne Leergewicht) der LNF-Neuzulassungen hat sich erhöht. Vereinfachend wird davon ausgegangen, dass +10% Normleistung (bei gleichbleibendem Gewicht) +5% Verbrauch entspricht, d.h. ein Teil des gesamten technischen Fortschritts wurde im Beobachtungszeitraum für leistungstärkere Fahrzeuge eingesetzt; es wäre der Industrie aber möglich gewesen, diesen technischen Fortschritt für die Verbrauchsreduktion einzusetzen, und unter strengerer Umweltgesetzgebung wie die 175 g CO₂/km-Regelung würde sie dies auch tun.

5.2 Berechnung des ATP für LNF basierend auf Daten von 2006 bis 2009

Der oben beschriebenen Methode folgend, berechnen wir das Autonome Technische Potenzial wie folgt (sh. auch Tabelle 14):

- **CO₂-Emissionen.** Sie betragen 2006 ca. 227.3 g CO₂/km (Mischrechnung aus Typengehmigungsdaten und Regressionsberechnung, siehe vorangehendes Kapitel), im 2009 222.2 g. Dies entspricht einer jährlichen Abnahme um -0.77%.
- **Leergewicht.** Das Leergewicht hat sich nur geringfügig von 1901 (2006) auf 1902 (2009) erhöht (im Jahr 2007 hat dieser Wert mit 1927 kg ein vorläufiges Maximum erreicht), was einer jährlichen Steigerung um 0.03% entspricht. Mit der obigen Annahme einer 75%-igen Auswirkung auf die CO₂-Emissionen entspricht dies -0.02% zusätzliches CO₂-Reduktionspotenzial, welches 2006 bis 2009 für die Steigerung des Leergewichts verwendet wurde.
- **Relative Normleistung.** Die in kW Normleistung pro Tonne Leergewicht ausgedrückte relative Normleistung ist von 43.9 kW/t (2006) auf 45.0 (2009) gestiegen, was einer Zunahme um 0.89% jährlich entspricht. Mit der Annahme einer 50%-igen Auswirkung auf die CO₂-Emissionen entspricht dies -0.45% zusätzliches CO₂-Reduktionspotenzial, welches von 2006 bis 2009 für die Steigerung der relativen Normleistung verwendet wurde.

In der Summe ergibt sich somit über die Jahre 2006 bis 2009 gemessen ein Autonomes Technisches Potenzial von 1.24% CO₂-Emissionsreduktion pro Jahr.

Jahr	Ø CO ₂ [gCO ₂ /km]	Ø Leergew. [kg]	Ø rel. Leistung [kW/t]
2006	227.3	1901	43.9
2007	224.9	1927	44.9
2008	225.1	1915	45.0
2009	222.2	1902	45.0
Veränderung 2006 zu 2009	-2.23%	0.08%	2.63%
Jährliche Veränderungsrate	-0.77%	0.03%	0.89%
Entspricht CO ₂ -Reduktionspotenzial	-0.77%	-0.02%	-0.45%
Jährliches Autonomes Technisches CO ₂ -Reduktions-Potenzial (ATP):			-1.24%

Tabelle 14. Technischen Eckdaten der LNF-Neuzulassungen 2006 bis 2009 zur Berechnung des Autonomen Technischen Potenzials.

5.3 Vergleich mit ATP für PKW

Das ATP für PKW wurde in EBP (2010) mit -2.5% jährlich ermittelt. Es ist deshalb ca. doppelt so hoch wie jenes bei den LNF. Dafür können die folgenden Erklärungen postuliert werden:

- Geringere relative Leistung: PKW sind in aller Regel übermotorisiert, LNF deutlich weniger bis gar nicht. Dies deshalb, weil die höheren Investitions- und Betriebskosten einer Übermotorisierung von LNF-Käufern nicht akzeptiert werden, im Gegensatz zum PKW-Sektor.
- Geringerer öffentlicher Druck: Der Energieverbrauch und die CO_2 -Emissionen der LNF sind, im Gegensatz zu jenen der PKW und an zweiter Stelle der schweren Nutzfahrzeuge, (noch) nicht Teil des öffentlichen Diskurses. Entsprechend haben die LNF-Hersteller noch nicht im gleichen Ausmass wie die PKW-Hersteller die R+D-Mittel schwergewichtig zu Energieeffizienz alloziert; eine solche Umlagerung würde zu einer höheren Innovation führen, d.h. zu einem höheren ATP.
- Angesichts des geringeren ATP erscheint das $175\text{-g CO}_2/\text{km}$ -Ziel für LNF auch in der EU schwieriger zu erreichen als das $130\text{-g CO}_2/\text{km}$ -Ziel für PKW.

Keinen Einfluss auf den ATP-Wert sollte der – über den Zeitraum 2006 bis 2009 beobachtbare – Trend hin zu grösseren und schwereren LNF (infolge LSVA, Sonntags- und Nachtfahrverbot für LKW) sein. Der Einbezug des Leergewichts und der relativen Motorisierung macht die ATP-Berechnung gegenüber solchen Marktsegmentverschiebungen robust.

6 Szenarien für CO₂-Absenkungspfade in der Schweiz

6.1 Beschreibung der betrachteten Szenarien

Die Szenarien werden unter Bezugnahme auf das ATP und mit Blick auf den 2017er Zielwert gebildet. Es werden die folgenden Szenarien betrachtet:

- Business-as-usual (BAU)-Szenario: Die jährlichen Absenkungsraten entsprechen den Annahmen von BAFU (2010). In Relation zum ATP entspricht dies einer ATP-Ausschöpfung von 62%, d.h. dass die LNF in Grösse oder in relativer Motorisierung, oder in beiden Kenngrössen, zulegen.
- 100% ATP-Szenario: In diesem Szenario werden die jährlichen technischen Fortschritte vollständig zur Reduktion der g CO₂/km-Emissionswerte eingesetzt, d.h. es steht kein Potenzial mehr zur Verfügung, um den mittleren Lieferwagen in Gewicht oder in relativer Motorisierung grösser werden zu lassen.
- 119% ATP-Szenario: Damit die EU den Zielwert von 175 g erreichen könnte, ist mutmasslich (gemäss aktuellem Stand des Wissens) ein Absenkungspfad mit jährlichen Effizienzsteigerungen um 1.47% erforderlich, was 119% des ATP entspricht (d.h. die mittleren LNF müssen etwas leichter werden und/oder abnehmende relative Motorisierung aufweisen). Weil sich argumentieren lässt, dass die Schweiz sich ein Zielwert setzen sollte, der ähnliche jährliche Marktänderungen induziert wie in der EU, wird ein solcher 119%-ATP-Pfad auch für die Schweiz betrachtet.
- 237% ATP-Szenario: Damit die Schweiz im Jahre 2017 den Zielwert von 175 g CO₂/km erreichen würde, wären jährliche Absenkungen erforderlich von 2.94%, was 237% des ATP entspricht. In diesem Szenario erreichen die LNF-Neuzulassungen im Jahr 2017 in der Schweiz exakt 175.0 g CO₂/km.

Die nachstehende Abbildung zeigt den jährlichen Verlauf des mittleren g CO₂/km-Werts der LNF-Neuzulassungen für die vier Szenarien. Gestrichelt dargestellt ist auch der analoge Verlauf für die EU27, welche einen niedrigeren Ausgangswert aufweist.

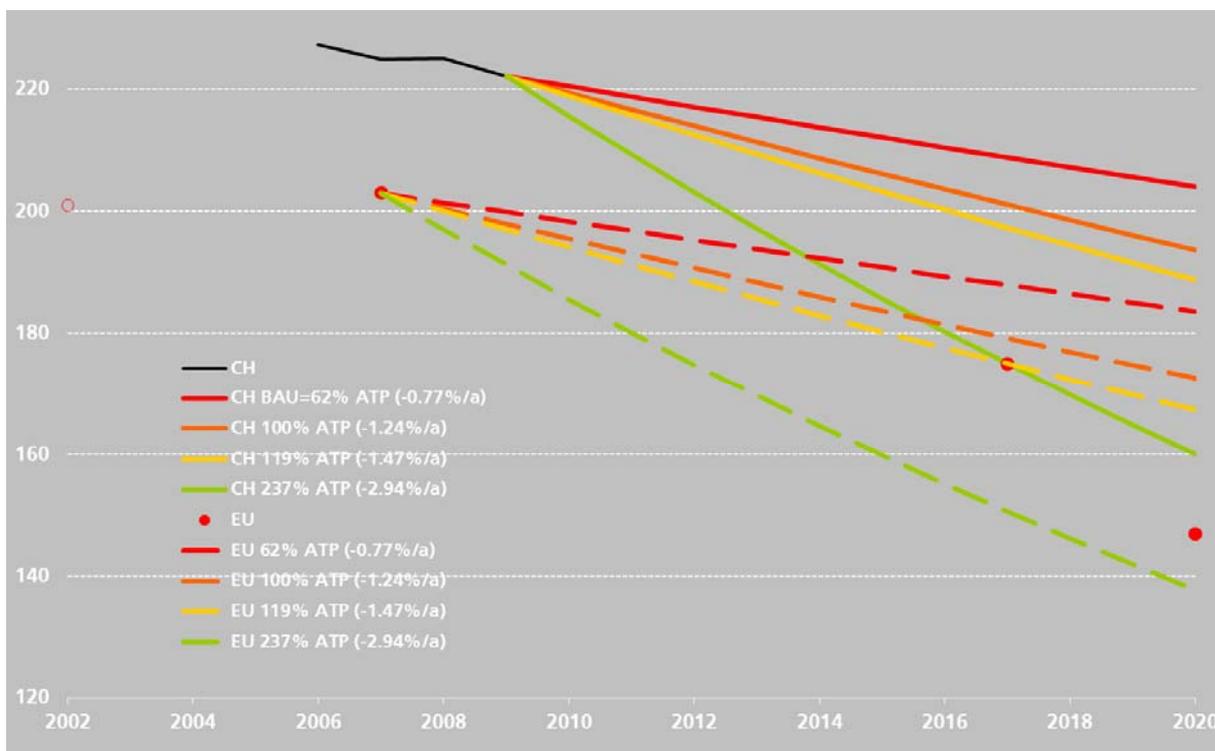


Abbildung 14. Absenkungspfade für das BAU (62% ATP)-Szenario sowie die drei weiteren Szenarien (100%, 119% und 237% ATP).

6.2 Baseline

Als Baseline sollen grundsätzlich die aktuellen Grundlagenarbeiten gemäss BAFU (2010) verwendet werden; in BAFU (2010) ist ein Trendszenario für alle Fahrzeugkategorien, auch für LNF, bis 2035 gerechnet, welches sich als Baseline eignet. Allerdings schafft der 175 g CO₂/km-Zielwert eine neue „Fahrzeugkategorie“, jene der LNF mit Bezugsmasse unterhalb 2610 kg bzw., falls es Schwestermodellvarianten mit Bezugsmasse unterhalb 2610 kg gibt, unterhalb 2840 kg. Diese dem 175-g CO₂/km-Zielwert unterworfenen Fahrzeuggruppen werden in BAFU (2010) nicht separat modelliert. Bei künftigen Arbeiten wird die Auftrennung der LNF in LNF bis 2840 kg Bezugsmasse und übrige LNF zu prüfen sein. Für die Zwecke der vorliegenden Arbeit müssen einige Annahmen getroffen werden, um aus den Trendszenario-Vorhersagen für die Gesamtheit aller LNF die Baseline für die LNF mit Bezugsmasse bis 2840 kg zu extrahieren. Der Verlauf des mittleren g CO₂/km-Emissionswerts der LNF-Flotte gemäss BAFU (2010) ist untenstehend wiedergegeben. Das BAU (62% ATP)-Szenario des vorliegenden Berichts ist so konstruiert worden, dass es als „Teilmenge“ der Vorhersage aller LNF-Emissionen gemäss BAFU (2010) dienen kann. Es fungiert deshalb als Surrogat-Baseline.

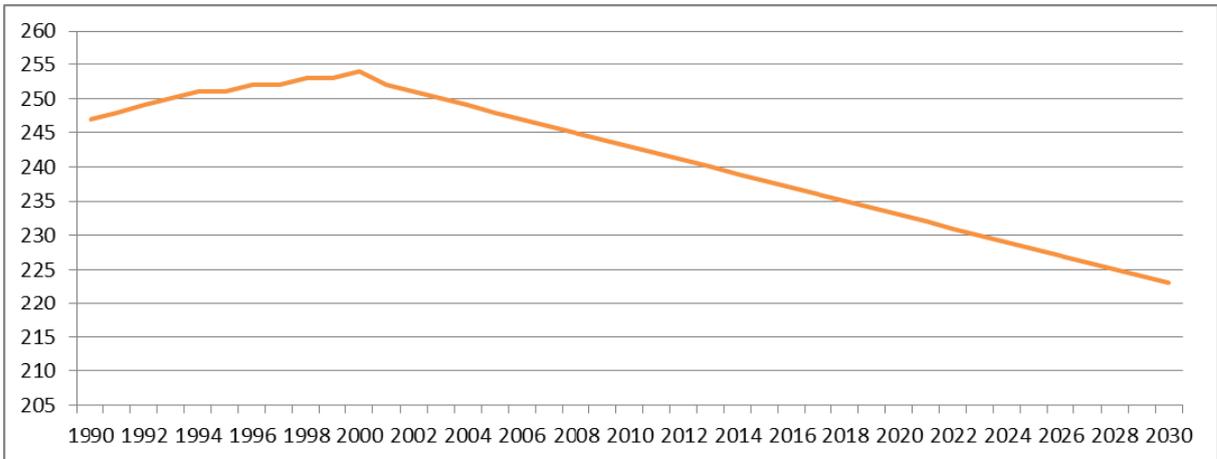


Abbildung 15. Verlauf des mittleren g CO₂/km-Emissionswerts der LNF-Flotte (fahrleistungsgewichtet) 1990–2030 gemäss BAFU (2010).

Für die Berechnung der CO₂-Reduktionen und der Energieeinsparung ist ausserdem eine Fahrleistung zu unterstellen. Die nachstehende Tabelle zeigt, welchen Anteil der gesamten Fahrleistung der LNF gemäss BAFU (2010) den Fahrzeugen mit Bezugsmasse bis 2840 kg zugeteilt wird. Dieser Anteil nimmt über die betrachtete Zeitperiode ab, d.h. es wird ein anhaltender Trend hin zu grösseren LNF (mit Gesamtgewicht 3.5 Tonnen) unterstellt. Es kann gemutmasst werden, dass die Fahrleistungen je nach Typ sehr unterschiedlich sein können (Handwerkern haben eine geringe Jahresfahrleistung, Kurierdienste usw. eine sehr hohe), und dass die starken Umwälzungen im LNF-Bereich seit LSVA-Einführung in den Fahrleistungsannahmen von BAFU (2010) noch nicht vollständig abgebildet sind. Dazu liegen jedoch aktuell keine belastbaren Daten vor.

Mio. Fzkm/a	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035
N1 tot	2800	2750	3000	3250	3650	3750	3850	3950	4050	4150
davon Ref.-gewicht <2840 kg	2716	2640	2850	3039	3358	3394	3427	3456	3483	3507

Tabelle 15. Fahrleistungen der leichten Nutzfahrzeuge (Segmente N1-I, -II, -III) gemäss BAFU (2010) und geschätzte Ausscheidung der Fahrleistung von LNF <2840 kg.

Es wird der Einfachheit halber angenommen, dass der Dieselanteil sich zwischen den Szenarien nicht unterscheidet, und dass der Dieselanteil aller LNF sich auf den Dieselanteil der LNF mit Bezugsmasse bis 2840 kg übertragen lässt. Letzteres enthält einen leichten systematischen Fehler, weil LNF mit Bezugsmasse oberhalb 2840 kg nahezu ausschliesslich mit Dieselantrieb verkehren.

	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035
Diesel %	28.0%	35.0%	48.0%	65.0%	76.5%	83.0%	86.0%	88.0%	89.9%	91.0%
Benzin %	72.0%	65.0%	52.0%	35.0%	23.5%	17.0%	14.0%	12.0%	10.1%	9.0%

Tabelle 16. Aufteilung der Fahrleistung der LNF auf Benzin und Diesel gemäss BAFU (2010).

7 CO₂-Reduktionen pro Kalenderjahr

Die Tabellen auf dieser und den nächsten zwei Seiten enthalten je Szenario den Verlauf je Kalenderjahr der wichtigsten Kenngrössen.

Szenario: CH 100% ATP (-1.24%/a)	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
CO ₂ -Emissionswerte [g/fzkm]									
Neuzulassungen: BAFU (2010)	217.1	215.4	213.8	212.1	210.5	208.9	207.3	205.7	204.1
Neuzulassungen: CH 100% ATP (-1.24%/a)	214.0	211.4	208.8	206.2	203.6	201.1	198.6	196.1	193.7
Fahrende Flotte: BAFU (2010)	236.6	235.8	234.7	233.4	232.7	231.8	230.6	229.2	227.6
Fahrende Flotte: CH 100% ATP (-1.24%/a)	236.1	234.9	233.4	231.5	230.2	228.5	226.6	224.4	222.0
Fahrleistung der LNF [Mio. fzkm/a]	3'372	3'380	3'387	3'394	3'401	3'407	3'414	3'420	3'427
Treibstoff-Tankstellenpreise (BFE-Referenzs.)									
Benzin	1.33	1.34	1.34	1.34	1.34	1.35	1.35	1.36	1.36
Diesel	1.41	1.41	1.42	1.42	1.42	1.43	1.43	1.44	1.44
Dieselanteil									
Volumetrisch	78%	79%	80%	81%	82%	83%	83%	84%	85%
Energetisch	80%	81%	82%	83%	84%	84%	85%	85%	86%
Treibstoffkosten [MCHF/a]									
nach BAFU (2010)	442	442	442	442	442	442	442	442	442
unter CH 100% ATP (-1.24%/a)	441	440	439	438	437	436	434	433	431
Kosteneinsparungen [MCHF/a]									
Treibstoffkosten (inkl. Abgabenlast)	1	2	3	4	5	6	8	9	11
Volkswirtschaftlich (o. Steuern/Abgaben)	0	1	1	1	2	2	3	3	4
CO ₂ -Einsparungen [Mt CO ₂ /a]	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02
Energie-Einsparung [PJ]									
Benzin	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03
Diesel	0.00	0.01	0.02	0.03	0.05	0.07	0.10	0.13	0.16
Total	0.00	0.01	0.02	0.04	0.06	0.09	0.12	0.15	0.19

Jahr	CO ₂ -Einsparung [Mt CO ₂ /a]
2012	0.00
2013	0.00
2014	0.00
2015	0.01
2016	0.01
2017	0.01
2018	0.01
2019	0.02
2020	0.02

Tabelle 17. Verlauf der g CO₂/km-Werte, der CO₂-Emissionen und der Energieeinsparungen je Kalenderjahr für das 100%ATP-Szenario. Als Referenz/Baseline-Szenario dient das BAUI62%ATP-Szenario (für LNF bis 2840kg kompatibel zu BAFU 2010).

Szenario: CH 119% ATP (-1.47%/a)	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
CO ₂ -Emissionswerte [g/fzkm]									
Neuzulassungen: BAFU (2010)	217.1	215.4	213.8	212.1	210.5	208.9	207.3	205.7	204.1
Neuzulassungen: CH 119% ATP (-1.47%/a)	212.5	209.4	206.3	203.3	200.3	197.3	194.4	191.6	188.7
Fahrende Flotte: BAFU (2010)	236.6	235.8	234.7	233.4	232.7	231.8	230.6	229.2	227.6
Fahrende Flotte: CH 119% ATP (-1.47%/a)	235.9	234.5	232.7	230.6	228.9	226.9	224.6	222.1	219.3
Fahrleistung der LNF [Mio. fzk/a]	3'372	3'380	3'387	3'394	3'401	3'407	3'414	3'420	3'427
Treibstoff-Tankstellenpreise (BFE-Referenzs.)									
Benzin	1.33	1.34	1.34	1.34	1.34	1.35	1.35	1.36	1.36
Diesel	1.41	1.41	1.42	1.42	1.42	1.43	1.43	1.44	1.44
Dieselanteil									
Volumetrisch	78%	79%	80%	81%	82%	83%	83%	84%	85%
Energetisch	80%	81%	82%	83%	84%	84%	85%	85%	86%
Treibstoffkosten [MCHF/a]									
nach BAFU (2010)	442	442	442	442	442	442	442	442	442
unter CH 119% ATP (-1.47%/a)	441	439	438	436	435	433	431	429	426
Kosteneinsparungen [MCHF/a]									
Treibstoffkosten (inkl. Abgabenlast)	1	3	4	5	7	9	11	13	16
Volkswirtschaftlich (o. Steuern/Abgaben)	1	1	1	2	3	3	4	5	6
CO ₂ -Einsparungen [Mt CO ₂ /a]	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03
Energie-Einsparung [PJ]									
Benzin	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.04	0.04
Diesel	0.00	0.01	0.03	0.05	0.08	0.11	0.15	0.19	0.23
Total	0.00	0.02	0.04	0.06	0.09	0.13	0.18	0.22	0.28

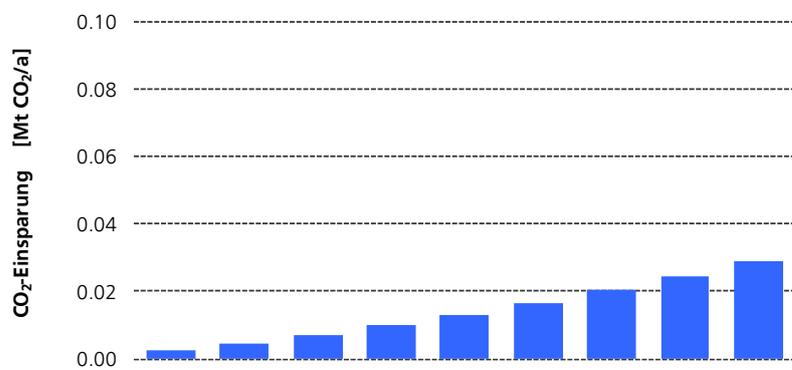


Tabelle 18. Verlauf der g CO₂/lkm-Werte, der CO₂-Emissionen und der Energieeinsparungen je Kalenderjahr für das 119%ATP-Szenario. Als Referenz/Baseline-Szenario dient das BAU/62%ATP-Szenario (für LNF bis 2840kg kompatibel zu BAFU 2010).

Szenario: CH 237% ATP (-2.94%/a)	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
CO₂-Emissionswerte [g/fzkm]									
Neuzulassungen: BAFU (2010)	217.1	215.4	213.8	212.1	210.5	208.9	207.3	205.7	204.1
Neuzulassungen: CH 237% ATP (-2.94%/a)	203.2	197.2	191.4	185.8	180.3	175.0	169.9	164.9	160.0
Fahrende Flotte: BAFU (2010)	236.6	235.8	234.7	233.4	232.7	231.8	230.6	229.2	227.6
Fahrende Flotte: CH 237% ATP (-2.94%/a)	234.2	231.7	228.5	224.7	221.3	217.3	212.9	208.1	203.1
Fahrleistung der LNF [Mio. fzkm/a]	3'372	3'380	3'387	3'394	3'401	3'407	3'414	3'420	3'427
Treibstoff-Tankstellenpreise (BFE-Referenzs.)									
Benzin	1.33	1.34	1.34	1.34	1.34	1.35	1.35	1.36	1.36
Diesel	1.41	1.41	1.42	1.42	1.42	1.43	1.43	1.44	1.44
Dieselanteil									
Volumetrisch	78%	79%	80%	81%	82%	83%	83%	84%	85%
Energetisch	80%	81%	82%	83%	84%	84%	85%	85%	86%
Treibstoffkosten [MCHF/a]									
nach BAFU (2010)	442	442	442	442	442	442	442	442	442
unter CH 237% ATP (-2.94%/a)	438	434	430	426	420	415	409	402	396
Kosteneinsparungen [MCHF/a]									
Treibstoffkosten (inkl. Abgabenlast)	4	8	12	16	21	27	33	40	47
Volkswirtschaftlich (o. Steuern/Abgaben)	2	3	4	6	8	10	13	15	18
CO₂-Einsparungen [Mt CO₂/a]									
	0.01	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08
Energie-Einsparung [PJ]									
Benzin	0.00	0.01	0.02	0.04	0.05	0.07	0.09	0.11	0.12
Diesel	0.01	0.04	0.09	0.15	0.24	0.33	0.44	0.56	0.70
Total	0.01	0.05	0.11	0.19	0.29	0.40	0.53	0.67	0.82

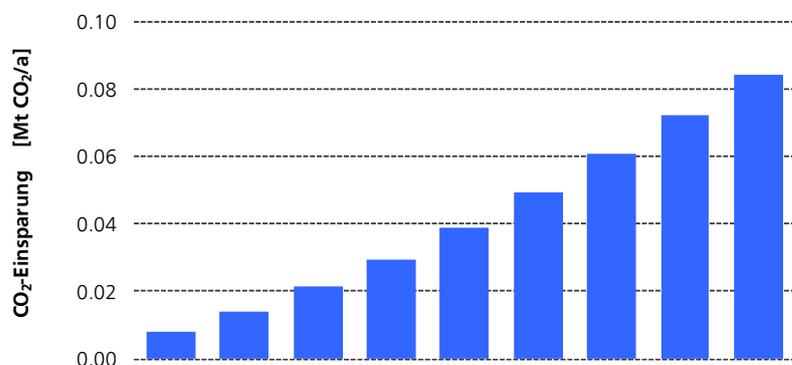


Tabelle 19. Verlauf der g CO₂/lkm-Werte, der CO₂-Emissionen und der Energieeinsparungen je Kalenderjahr für das 237%ATP-Szenario. Als Referenz/Baseline-Szenario dient das BAU/62%ATP-Szenario (für LNF bis 2840kg kompatibel zu BAFU 2010).

8 Fazit

Die vorliegende Studie hat erstmals eine mögliche Regelung des mittleren $\text{g CO}_2/\text{km}$ -Werts der LNF-Neuzulassungen untersucht. Dabei konnten die folgenden Erkenntnisse gewonnen werden:

A) Mithilfe einer aufwändigen Regressionsmodellierung und dank des bis 2009 auf beinahe 100% steigenden Anteils der LNF-Neuzulassungen mit Typengenehmigungen, welche auch die CO_2 -Emission ausweisen, konnte für die Schweiz der Verlauf des mittleren CO_2 -Werts der LNF-Neuzulassungen für die 4 Jahre von 2006 bis 2009 berechnet werden.

B) Diese Zeitreihe hat es auch erlaubt, das ATP für LNF zu berechnen; mit -1.24% fällt es deutlich geringer auch als für PKW; dies wurde im Grundsatz so auch erwartet. Das ermittelte ATP unterscheidet sich auch nicht stark von der in der EU benötigten Absenkrate von -1.47% , um vom 2007er Wert (203 g) ausgehend das 2017er Ziel von 175 $\text{g CO}_2/\text{km}$ zu erreichen. Wie bei den PKW hat sich also die EU auch bei den LNF ein Ziel gesetzt, welches im Wesentlichen über den technischen Fortschritt zu erreichen ist und kaum nachfrageseitigen Änderungen erfordert.

C) Warum der mittlere $\text{g CO}_2/\text{km}$ -Emissionswert der LNF-Neuzulassungen in der Schweiz (2007: 225 g) um 10.8% höher ist als in der EU (2007: 203 g), ist noch unklar. Bei PKW weist die Schweiz infolge höheren Wohlstands höhere mittlere CO_2 -Emissionen aus (EU 2007: 158.7; CH: 183, d.h. +15.3%). Für die LNF wäre eher eine Differenz geringer als +10% erwartet worden. Je nach EU-Mitgliedstaaten beträgt der Anteil in der Schweiz kaum vorhandenen „PKW-ähnlichen“ LNF 4% (Deutschland) bis 58% (Dänemark), dies führt zu einem niedrigeren Durchschnittswert.

D) Die CO_2 -Reduktionspotenziale einer allfälligen Übernahme des 175 g -Zielwerts der EU in der Schweiz konnten berechnet werden. Auch wenn deren relative Bedeutung zunimmt, bleiben Energiebedarf und CO_2 -Emissionen der LNF deutlich geringer als jene der PKW. Entsprechend fallen auch die CO_2 -Reduktionspotenziale der LNF-175 g -Regelung geringer aus. Akzentuiert wird dies dadurch, dass die möglichen Absenkungsraten bei LNF geringer sind als bei PKW.

E) Nachdem das Stichjahr für die Erreichung von 175 $\text{g CO}_2/\text{km}$ von ursprünglich 2012 schliesslich auf 2017 verschoben wurde, ist es nicht mehr konsistent mit dem 2020er Ziel. Dessen Erhöhung (von ursprünglich 135 auf 147 g) ändert daran nichts Wesentliches. Bis inkl. 2017 sind in der EU Absenkungen von -1.47% jährlich nötig; 2018 bis inkl. 2020 wären es dann -5.65% .

F) Neben obigen Erkenntnissen gibt es noch offene Aspekte. Die Datendecke ist auf Seiten der EU noch dünn. Die mittleren $\text{g CO}_2/\text{km}$ -Werte sind nicht bekannt, ausser der Schätzung für 2007. Auch Bestandszahlen für die EU27 und Angaben zur LNF-/PKW-Abgrenzung liegen noch nicht vor. Dies erschwert es, zu berechnen, in wie weit die höheren Emissionswerte der Schweiz ein Artefakt sind. Für die Berechnung eines Zielwerts für die Schweiz wäre dies wesentlich.

Literaturverzeichnis

- BAFU 2010. Luftschadstoff-Emissionen des Strassenverkehrs 1990–2035. Aktualisierung 2010. INFRAS in Auftrag Bundesamt für Umwelt, Bern, Umwelt-Wissen Nr. 1021: 130 S.
- BFE 2009. Bericht zur Anhörung zur möglichen Übernahme der EU-130g-Strategie für Neuzulassungen für die Schweiz.
- Bundesrat 2010. Medienmitteilung zum Beschluss des Bundesrats zur Gegenüberstellung eines indirekten Gegenvorschlags zur Volksinitiative "für menschenfreundliche Fahrzeuge". Bern, 21. Januar 2010
- de Haan 2009a. CO₂-Emissionen der PW-Neuzulassungen der Schweiz: Orientierung an der EU. Bericht EMDM1713. ETH IED-NSSI im Auftrag BFE, 11. Mai 2009, 40 Seiten.
- de Haan 2009b. Umsetzung der 130 g CO₂/km-Strategie für die Schweiz: CO₂-Reduktionseffekte 2012–2020. Bericht EMDM1731. ETH IED-NSSI im Auftrag BAFU, 18. Mai 2009, 44 Seiten.
- EBP 2009. Übernahme des EU-Ziels 130 g CO₂/km: Abschätzung Abgabenverläufe 2012–2020. Kurzbericht. EBP im Auftrag BFE, 30.10.09, 28 Seiten
- EBP 2010a. Übernahme des EU-Ziels 130 g CO₂/km in der Schweiz: Konkretisierung des bundesrätlichen Vorschlags. Kurzbericht. EBP im Auftrag BFE, 28.01.10, 28 Seiten.
- EBP 2010b. Volksinitiative "für menschenfreundlichere Fahrzeuge": CO₂-Reduktionseffekte des bundesrätlichen Vorschlags. Kurzbericht. EBP im Auftrag ASTRA, 12.04.10, 8 Seiten.
- EBP 2010c. 130 g-Strategie für PKW in der Schweiz: Möglichkeiten zur Anpassung des Zielwerts an schweizerische Verhältnisse und ihre Auswirkungen auf die CO₂-Reduktion. Schlussbericht im Auftrag BFE, 2. September 2010, 46 Seiten.
- EU 2006. Impact Assessment for Euro 6 emission limits for light duty vehicles. Commission staff working document. Brussels, 20 September 2006. 14 pages.
http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/automotive/files/environment/impact_assessment_euro6_en.pdf. Visited 27 August 2010.

- EU 2007: COM(2007)19. Results of the review of the Community Strategy to reduce CO₂ emissions from passenger cars and light-commercial vehicles. Brussels, 7.2.2007
- EU 2009: COM(2009)593: Proposal for a regulation of the European parliament and of the council. Setting emission performance standards for new light commercial vehicles as part of the Community's integrated approach to reduce CO₂ emissions from light-duty vehicles
- FLEETS 2008. European Database of Vehicle Stock for the Calculation and Forecast of Pollutant and Greenhouse Gases Emissions with TREMOVE and COPERT (Contract No 070501/2006/451259/MAR/C5); Final report, 2008
- INFRAS 2004. Fahrleistungen des Strassenverkehrs in der Schweiz; Arbeitsunterlage 34. Grundlagenbericht. INFRAS in Auftrag ARE und BAFU, 23.08.04, 89 Seiten.
- Richtlinie 2007/46/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 5. September 2007 zur Schaffung eines Rahmens für die Genehmigung von Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeuganhängern sowie von Systemen, Bauteilen und selbstständigen technischen Einheiten für diese Fahrzeuge (Rahmenrichtlinie)
- SEC(2009)1454. Impact assessment. Accompanying document to COM(2009)593 and SEC(2009)1455.
- TNO 2004. Measuring and preparing reduction measures for CO₂ emissions from N1 vehicles. Final report TNO.04.OR.VM.050.1/DE, November 2004, 142 Seiten.
- TNO 2005. Euro 5 technologies and costs for light duty vehicles: The expert panel's summary of stakeholder responses. TNO report 05.OR.VM.032.1/NG. Delft, 20 October 2005, 62 pages. http://ec.europa.eu/environment/air/pdf/euro_5.pdf. Visited 27 August 2010.
- TNO IEEP LAT 2006. Review and analysis of the reduction potential and costs of technological and other measures to reduce CO₂-emissions from passenger cars. Final Report (so-called "Task A report"). 31 October 2006, 303 pages. TNO report 06.OR.PT.040.2/RSM. http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/automotive/files/projects/report_co2_reduction_en.pdf. Visited 29 August 2010.

TNO CE Delft 2009. Assessment of options for the legislation of CO₂ emissions from light commercial vehicles. Final Report – Update. 25 November 2009, 94 Seiten

TNO 2010. Potential CO₂ reduction from optimal engine sizing for light commercial vehicles. TNO report, April 2010, 20 Seiten.

Transport & Environment 2010. To what extent are European vans related to cars? Analysis paper. Download von www.transportenvironment.org; Juni 2010, 7 Seiten

TREMOVE 2009. Basecase database v2.7b. <http://www.tremove.org/documentation/index.htm>. Visited 27 August 2010.

A1 EU-Gesetzgebung

Fahrzeugdefinitionen

Gemäss Richtlinie 2007/46/EG, Anhang II:

Klasse M:	Für die Personenbeförderung ausgelegte und gebaute Kraftfahrzeuge mit mindestens vier Rädern.
Klasse M ₁ :	Für die Personenbeförderung ausgelegte und gebaute Kraftfahrzeuge mit höchstens acht Sitzplätzen außer dem Fahrersitz.
Klasse M ₂ :	Für die Personenbeförderung ausgelegte und gebaute Kraftfahrzeuge mit mehr als acht Sitzplätzen außer dem Fahrersitz und einer zulässigen Gesamtmasse bis zu 5 Tonnen.
Klasse M ₃ :	Für die Personenbeförderung ausgelegte und gebaute Kraftfahrzeuge mit mehr als acht Sitzplätzen außer dem Fahrersitz und einer zulässigen Gesamtmasse von mehr als 5 Tonnen.
Klasse N:	Für die Güterbeförderung ausgelegte und gebaute Kraftfahrzeuge mit mindestens vier Rädern.
Klasse N ₁ :	Für die Güterbeförderung ausgelegte und gebaute Kraftfahrzeuge mit einer zulässigen Gesamtmasse bis zu 3,5 Tonnen.
Klasse N ₂ :	Für die Güterbeförderung ausgelegte und gebaute Kraftfahrzeuge mit einer zulässigen Gesamtmasse von mehr als 3,5 Tonnen bis zu 12 Tonnen.
Klasse N ₃ :	Für die Güterbeförderung ausgelegte und gebaute Kraftfahrzeuge mit einer zulässigen Gesamtmasse von mehr als 12 Tonnen.

Weitere Differenzierung der Kat. N1 gemäss Richtlinie 97/27/EG, Anhang I, Abschnitt 2.1.1

2.1.1.	Kraftfahrzeuge der Klasse N:
2.1.1.1.	<i>Lastkraftwagen</i> bezeichnet ein Kraftfahrzeug der Klasse N ₁ , N ₂ oder N ₃ , das ausschließlich oder überwiegend für die Beförderung von Gütern bestimmt und gebaut ist. Ein Lastkraftwagen kann auch einen Anhänger ziehen.
2.1.1.2.	<i>Zugmaschine</i> bezeichnet ein Kraftfahrzeug der Klasse N ₁ , N ₂ oder N ₃ , das ausschließlich oder überwiegend zum Ziehen von Anhängern bestimmt und gebaut ist.
2.1.1.2.1.	<i>Straßenzugmaschine</i> bezeichnet eine Zugmaschine, die ausschließlich oder überwiegend zum Ziehen von Anhängern mit Ausnahme von Sattelanhängern bestimmt und gebaut ist. Straßenzugmaschinen können eine Ladefläche aufweisen.
2.1.1.2.2.	<i>Sattelzugmaschine</i> bezeichnet eine Zugmaschine, die ausschließlich oder überwiegend zum Ziehen von Sattelanhängern bestimmt und gebaut ist.
2.1.1.3.	Andere vollständige oder vervollständigte Fahrzeuge der Klasse N als Lastkraftwagen und Zugmaschinen gelten als Spezialfahrzeuge.

Geltungsbereich der 175-g-Regelung

Der Geltungsbereich des 175-g-Ziels ist wie folgt definiert:

(Bezugsmasse bezeichnet das Leergewicht ["in running order" gemäss Richtlinie 2007/46/EC, Annex I, Paragraf 2.6], d.h. mit allen notwendigen Betriebsflüssigkeiten] *minus* die in Richtlinie vorgesehenen 75 kg für den Fahrer, *plus* 100 kg).

Definitions of N1 vehicles and N1 vehicle classes are given in Directives 70/156/EEC and 2004/3/EC:

- N1 vehicles are motor vehicles with at least four wheels designed and constructed for the carriage of goods and having a maximum mass not exceeding 3.5 tonnes.
- Classes of N1 vehicles (for the purpose of emission legislation) are defined on the basis of reference mass:
 - Class I: reference mass \leq 1305kg
 - Class II: 1305 kg < reference mass \leq 1760 kg
 - Class III: reference mass > 1760 kg

To align the scope with that of the Euro 5/6 legislation the regulation is intended to cover N1, N2 and M2 vehicles with a reference mass not exceeding 2610 kg. This is further extended to those vehicles with reference mass up to 2840 kg of which other model variants are type approved as N1, N2 or M2 with reference mass below 2610 kg.

A2 Problematik Modellfamilien

Für "Modelle" gibt es keine eindeutige Kennzeichnung und keine Hierarchie, wann eine Modellvariante als weitere Variante zu einem bestehenden Modell gilt und wann als neues, eigenständiges Modell.

Die folgende Tabelle zeigt beispielhaft, wie bei den Typengenehmigungsdaten die Bezeichnungen für die Marke und die Handelsbezeichnung in der Datenbank aufgeführt sind (Typengenehmigungen für N1-Fahrzeuge mit einer Bezugsmasse zwischen 2'610 und 2'840 kg).

Marke	Handelsbezeichnung	Modell mit Ref-Masse < 2'610 kg vorhanden?	Bemerkungen
MERCEDES-BENZ	524	ja	
MERCEDES-BENZ	313 CDI 4x4	ja	
IVECO	35?11V Daily CNG	ja	
IVECO	35?14GV Daily CNG	nur bei 35?14G Daily CNG hat es Modelle < 2'610 kg	Gehört beides zur Familie Iveco Daily 35c14
IVECO	35C15VA Daily	ja	
IVECO	35C17VA Daily	nur bei 35C17A Daily CNG hat es evtl. Modelle < 2'610 kg (dort fehlt Angabe zum Leergewicht)	Gehört beides zur Familie Iveco Daily 35c17
IVECO	35C18VA Daily	ja	
MERCEDES-BENZ	411 CDI	Ja	Die Familie ist hier "Mercedes Sprinter" oder allenfalls "Mercedes Sprinter 3xx / 4xx / 5xx"
MERCEDES-BENZ	413 CDI	Ja	Gehört alles zur Familie Mercedes Sprinter 4xx
MERCEDES-BENZ	415 CDI	Ja	Gehört alles zur Familie Mercedes Sprinter 4xx
MERCEDES-BENZ	416 CDI	Ja	Gehört alles zur Familie Mercedes Sprinter 4xx
MERCEDES-BENZ	418 CDI	Ja	Gehört alles zur Familie Mercedes Sprinter 4xx
MERCEDES-BENZ	419 CDI	? nur Modelle mit fehlender Angabe zum Leergewicht	Gehört alles zur Familie Mercedes Sprinter 4xx
MERCEDES-BENZ	509 CDI	ja	
IVECO	50C14V-35 Daily	Ja	Bei Iveco Daily ist "Iveco Daily 50c als Modellfamilie zu behandeln, allenfalls noch 50c14, weitergehende Differenzierungen gelten dann als *innerhalb* der Modellfamilie
IVECO	50C15V-35	nur 50C15V-35 Daily	Iveco 50c15... ist IDENTISCH mit Iveco Daily 50c15...
IVECO	50C15V-35 DPF	nur 50C15V-35 Daily	Iveco 50c15... ist IDENTISCH mit Iveco Daily 50c15...
IVECO	50C17V-35 Daily	ja	
IVECO	50C18V-35	nur 50C18V-35 Daily	Iveco 50c18... ist IDENTISCH mit Iveco Daily 50c18...

Marke	Handelsbezeichnung	Modell mit Ref-Masse < 2'610 kg vorhanden?	Bemerkungen
IVECO	50C18V-35 DPF	nein, nur 50C18V-35 Daily	Iveco 50c18... ist IDENTISCH mit Iveco Daily 50c18...
MERCEDES-BENZ	510 CDI	ja	
MERCEDES-BENZ	511 CDI	ja	
MERCEDES-BENZ	511 CDI 4x4	ja	
MERCEDES-BENZ	513 CDI	ja	
MERCEDES-BENZ	513 CDI 4x4	nur 513 CDI	Gehört alles zur Familie Mercedes Sprinter 5xx
MERCEDES-BENZ	515 CDI	ja	
MERCEDES-BENZ	515 CDI 4x4	ja	
MERCEDES-BENZ	516 CDI	ja	
MERCEDES-BENZ	516 CDI 4x4	nur 516 CDI	Gehört alles zur Familie Mercedes Sprinter 5xx
MERCEDES-BENZ	518 CDI	ja	
MERCEDES-BENZ	518 CDI 4x4	ja	
MERCEDES-BENZ	519 CDI	ja	
MERCEDES-BENZ	519 CDI 4x4	nein, nur 519 CDI	Gehört alles zur Familie Mercedes Sprinter 5xx
NISSAN	Atleon F91B 35.15	? nur andere Modelle mit fehlender Angabe zum Leergewicht	Der Nissan Atleon ist LKW-ähnlich und hat wohl eher keine Schwestervarianten unter 2610 kg Bezugsmasse (separate Problematik: Typengenehmigungen ohne Angaben zu Leergewicht)
VW	Crafter 50	ja	
RENAULT	Mascott 130.35	? nur Modelle mit fehlender Angabe zum Leergewicht	Viele Komponenten entstammen dem Renault Master III; kommt auch als Opel Movano und Nissan auf den Markt. -> wohl Modell <2610 kg vorhanden
RENAULT	Master T35 dCi120	ja	
RENAULT	Master T35 dCi140	ja	
RENAULT	Master T35 dCi150	ja	
VW	T4	ja	

Tabelle 20: Zusammenstellung aller Bezeichnungen bei den Typengenehmigungsdaten (Datenbank ASTRA) von N1-Fahrzeugen mit Bezugsmassen zwischen 2'610 und 2'840 kg zur Illustration der Modellfamilien

A3 Modellierung CO₂-Emissionen und Treibstoffverbrauch

Modellierung mittels Regressionsanalyse auf Typengenehmigungsdaten: Vorgehen

a) Datenstand: Verwendet wird der Datensatz mit TARGA-Datenauszug vom 16.06.10 "BFE_deHaan.xls"

b) Es werden lineare Regressionen durchgeführt mit abhängiger Variable CO₂ (sowie Treibstoffverbrauch in L/100km) und unabhängigen Variablen ErstIVYYYY (Erstinverkehrssetzungsjahr), GEGE (Gesamtgewicht), HUBR (Hubraum), LEGE (Leergewicht). Dabei sind die unabhängigen Variablen ErstIVYYYY, GEGE und HUBR bereits in MOFIS enthalten; LEGE steht nur über das Zuspänschicken von TARGA-Datenfelder zur Verfügung.

c) Es werden separate Regressionen für B und D (und G) durchgeführt.

d) Die Regressionsmodelle werden geschätzt anhand von Typengenehmigungsdaten zur Fahrzeugkategorie N1. Sie werden auch für N2 (mit Bezugsmasse unter 2840 kg) und M2-Fahrzeuge (mit Bezugsmasse unterhalb 2840 kg) verwendet. Auf die getrennte Modellbildung für N2- und M2-Fahrzeuge wird verzichtet, weil hier viel weniger Datensätze vorliegen; ein Poolen der N1- mit den N2- und M2-Daten wiederum würde die Anzahl Datensätze nicht markant erhöhen, die Gefahr systematischer Effekte aber erhöhen.

e) Analyse des Datensatzes zur Modellbildung. Vorhanden sind 5841 Datensätze zu Neuwagenmodellvarianten der Fahrzeugkategorie N1. Von diesen liegen bei 3144 mit die Angaben zu CO₂/Verbrauch vor. Von diesen 3144 wurden 22 gelöscht aufgrund ihres fehlenden Homologationsdatums (d.h. fehlendem ErstIVYYYY). Verbleibend = 3122. Weitere Datensätze können nicht für die Modellbildung verwendet werden wegen fehlender Werte zu GEGE. Verbleibend ist damit eine Gesamtpopulation mit $n = 3068$.

f) LEGE-Werte sind nicht immer vorhanden bei den TG-Daten zur Fahrzeugkategorie N1. Ohnehin ist es ein Ziel, lineare Regressionen sowohl mit als auch ohne LEGE zu bilden, weil für den Einsatz nur mit MOFIS-Daten LEGE ohnehin nicht zur Verfügung steht. Verbleibend für die Regressionen mit LEGE als unabhängige Variable sind deshalb $n = 2164$. Allerdings handelt es bei den TG-Datensätzen ohne LEGE-Angaben meist um "Schwester-TG", zu welchen eine ansonsten vom Antriebsstrang her identische Typengenehmigung mit LEGE vorhanden ist. Es ist deshalb kein inhaltlicher Datenverlust, ob die Vorhersagequalität unter der Eingrenzung auf die 2164 Datensätze leider oder nicht, ist unklar. Wie untenstehend bei den Ergebnissen ersichtlich wird, erzielen die lineare Regressionen mit LEGE deutlich höhere Modellübereinstimmungen (adjustiertes R²).

g) Untersuchte Transformationen: ErstIVYYYY wurde logarithmiert (Subtraktion einer Konstante ist wirkungslos bei linearer Regression) – hat kaum Auswirkungen auf das adjustierte R².

GEGE wurde logarithmiert – hat kaum Auswirkungen auf das adjustierte R².

HUBR wurde logarithmiert – hat kaum Auswirkungen auf das adjustierte R².

LEGE wurde logarithmiert – hat kaum Auswirkungen auf das adjustierte R².

h) Plausibilitätsüberlegungen zu den Vorzeichen der einzelnen Regressionskoeffizienten.

- ErstIVYYYY Koeffizient sollte negativ sein: Je später die Erstinverkehrsetzung, desto höher ist der autonome technische Fortschritt (je später gebaut, desto sparsamer)
- GEGE Koeffizient sollte positiv sein: Je höher das Gesamtgewicht, desto höher Verbrauch und CO₂-Emissionen.
- HUBR Koeffizient sollte positiv sein: Je grösser der Hubraum, desto höher Verbrauch und CO₂-Emissionen.
- LEGE Koeffizient sollte positiv sein: Je höher das Leergewicht, desto höher Verbrauch und CO₂-Emissionen.

Ergebnisse für LNF Kat. N1 Benzin

LNF N1 Benzin Zielgrösse CO2				
Adj. R2	0.88			
n	193			
Achsenabschnitt	8285.71665			
Unabh. Var	ErstIVYYY	GEGE	HUBR	LEGE
Koeffizient	-4.11194582	0.07002770	0.01914635	0
P-Wert	9.1E-06	5.6E-43	1.7E-05	0
LNF N1 Benzin, Zielgrösse Verbrauch				
Adj. R2	0.87			
n	193			
Achsenabschnitt	308.614839			
Unabh. Var	ErstIVYYY	GEGE	HUBR	LEGE
Koeffizient	-0.15300836	0.00288476	0.00081854	0
P-Wert	9.5E-05	2.8E-41	1.6E-05	0
LNF N1 Benzin, Zielgrösse CO2, inkl. abh. Var. LEGE				
Adj. R2	0.88			
n	167			
Achsenabschnitt	7858.45022			
Unabh. Var	ErstIVYYY	GEGE	HUBR	LEGE
Koeffizient	-3.90143752	0.09170377	0.02628169	-0.03792616
P-Wert	4.3E-05	1.6E-23	1.9E-06	0.00226071
LNF N1 Benzin, Zielgrösse Verbrauch, inkl. abh. Var. LEGE				
Adj. R2	0.87			
n	167			
Achsenabschnitt	291.841417			
Unabh. Var	ErstIVYYY	GEGE	HUBR	LEGE
Koeffizient	-0.14475161	0.00386521	0.00114294	-0.00172705
P-Wert	3.1E-04	2.2E-23	1.0E-06	0.00104989

Tabelle 21. Lineare Regressionsmodelle für LNF-N1 Benzin.

Diskussion: Die Vorzeichen der Koeffizienten sind immer plausibel. Die Zunahme im adjustierten R2 bei Hinzunahme der unabh. Var. LEGE ist nicht sehr ausgeprägt. Wenn dennoch Modellen inkl. LEGE den Vorzug gegeben wird, dann aus Konsistenzgründen gegenüber LNF-N1-Diesel.

Ergebnisse für LNF Kat. N1 Diesel

LNF N1 Diesel, Zielgrösse CO2				
Adj. R2	0.53			
n	2801			
Achsenabschnitt	-6566.07081			
Unabh. Var	ErstIVYYY	GEGE	HUBR	LEGE
Koeffizient	3.28016038	0.04881815	0.02681999	0
P-Wert	1.1E-20	7.8E-178	1.6E-64	0
LNF N1 Diesel, Zielgrösse Verbrauch				
Adj. R2	0.53			
n	2801			
Achsenabschnitt	-258.69181			
Unabh. Var	ErstIVYYY	GEGE	HUBR	LEGE
Koeffizient	0.12921101	0.00184730	0.00102245	0
P-Wert	2.8E-22	3.5E-178	1.5E-65	0.0E+00
LNF N1 Diesel, Zielgrösse CO2, inkl. unabh. Var. LEGE				
Adj. R2	0.72			
n	1941			
Achsenabschnitt	3343.25848			
Unabh. Var	ErstIVYYY	GEGE	HUBR	LEGE
Koeffizient	-1.66910577	0.00154633	0.02427966	0.08630151
P-Wert	4.3E-06	4.6E-01	4.5E-51	5.3E-186
LNF N1 Diesel, Zielgrösse Verbrauch, inkl. unabh. Var. LEGE				
Adj. R2	0.72			
n	1941			
Achsenabschnitt	114.271798			
Unabh. Var	ErstIVYYY	GEGE	HUBR	LEGE
Koeffizient	-0.05706412	0.00007312	0.00091510	0.00324957
P-Wert	3.2E-05	3.6E-01	8.9E-51	9.1E-185

Tabelle 22. Lineare Regressionsmodelle für LNF-N1 Diesel.

Diskussion: Ohne unabh. Variable LEGE resultiert für ErstIVYYY ein nicht-plausibles Vorzeichen des Koeffizienten; auch das adjustierte R2 ist deutlich tiefer als für die anderen Regressionsmodelle. Wird LEGE als weitere unabh. Var. dazugekommen, ist sein P-Wert hoch signifikant und der Koeffizient von ErstIVYYY erhält das plausible Vorzeichen. Die Modelle für LNF-N1-Diesel ohne LEGE (d.h. nur basierend auf MOFIS-Daten) sollten deshalb wenn möglich nicht verwendet werden.