



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

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

11. Mai 2009

---

# **CO<sub>2</sub>-Emissionen der PW-Neuzulassungen der Schweiz: Orientierung an der EU**

## **Schlussbericht**

---

**Auftraggeber:**

Bundesamt für Energie BFE  
Forschungsprogramm Energiewirtschaftliche Grundlagen  
CH-3003 Bern  
[www.bfe.admin.ch](http://www.bfe.admin.ch)

**Auftragnehmer:**

ETH Zürich, Institute for Environmental Decisions  
Universitätstr. 22  
CH-8092 Zürich  
[www.nssi.ethz.ch/res/emdm](http://www.nssi.ethz.ch/res/emdm)

**Autor:**

Peter de Haan, ETH Zürich IED-NSSI, [dehaan@env.ethz.ch](mailto:dehaan@env.ethz.ch)

**Begleitet durch:**

Thomas Volken, BFE, Markus Bareit, BFE

**BFE-Bereichsleiter** Nicole Mathys / **BFE-Programmleiter** Nicole Mathys

**BFE-Vertrags- und Projektnummer:** 153905 / 103009

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

# Inhaltsverzeichnis

<b>Zusammenfassung</b>	<b>4</b>
<b>Résumé</b>	<b>5</b>
<b>1. Ausgangslage, Fragestellung</b>	<b>7</b>
1.1. Ausgangslage	7
1.2. Fragestellung	7
<b>2. Autonome technische Entwicklung</b>	<b>8</b>
<b>3. Methode</b>	<b>9</b>
3.1. Betrachtete Vollzugsmodelle	9
3.2. Angebotsseitige Anpassungen	9
3.3. Nachfrageseitige preisliche Anpassungen: Sanktionsmodell	10
3.4. Nachfrageseitige preisliche Anpassungen: Zertifikatmodell	13
3.5. Übersicht über resultierende jährliche Absenkungsraten	14
3.6. Distance-to-target je Marke und je Importeur	15
<b>4. Auswirkungen der angebotsseitigen Anpassungen</b>	<b>18</b>
<b>5. Simulationsresultate mit nachfrageseitigen Preissignalen</b>	<b>21</b>
5.1. Sanktionsmodell	21
5.2. Zertifikatmodell	24
5.3. Graphische Darstellung	26
<b>6. Diskussion und Empfehlung</b>	<b>28</b>
6.1. Diskussion der Hauptresultate	28
6.2. Empfehlung	29
<b>7. Weitere Themen</b>	<b>31</b>
7.1. Massnahmen zur Erreichung von weiteren 10 gCO <sub>2</sub> /km Einsparung	31
7.2. Reboundeffekte	32
7.3. Gesamtwirtschaftliche Effekte	33
<b>8. Monitoring: Jährliche Datengrundlagen für die Überprüfung der Zielerreichung</b>	<b>37</b>
8.1. Swiss Joint CO <sub>2</sub> Monitoring Reporting	37
8.2. Kilometerleistungs-Monitoring	39
<b>Literatur</b>	<b>40</b>

## Zusammenfassung

Dieser Bericht behandelt, ob, wie, bis wann und mit welchen preislichen Signalen die Schweiz die EU-Strategie zur Erreichung einer mittleren CO<sub>2</sub>-Emission von 130 g/km der Neuzulassungen übernehmen kann. Zuerst wird abgeschätzt, wie die Autohersteller in der EU auf die beschlossene EU-Strategie reagieren werden. Es wird davon ausgegangen, dass die Hersteller es bevorzugen, nicht die EU-Abgaben, welche bei Zielverfehlung fällig würden, den Konsumenten weiterverrechnen, weil dies teilweise zu hohen Preisstörungen führen würde. Stattdessen werden die Hersteller auf sanftere Weise zum Ziel gelangen, indem die Palette der angebotenen Neuwagenmodellvarianten angepasst wird. Konkret wird das gesamte technische Innovationspotential, welches auf jährlich 2.4% (bis 2015) bzw. 2.2% (2016 bis 2020) eingestuft wird, wegen der EU-Strategie in den nächsten Jahren vollumfänglich zur CO<sub>2</sub>-Reduktion eingesetzt. Im Gegensatz zur Vergangenheit würden damit das mittlere Leergewicht und die mittlere Motorleistung nicht mehr weiter ansteigen (dieser Trend lässt sich bereits am Markt beobachten). Mit dieser rein angebotsseitigen Strategie würden die Hersteller das EU-Ziel pünktlich im 2015 erreichen, so dass keine weiter reichenden nachfrageseitigen Preissignale benötigt würden und keine Abgaben in den EU-Haushalt zu leisten wären.

Der Schweizer Neuwagenmarkt ist vollumfänglich in den EU-Markt eingebettet und macht den angebotsseitigen Absenkungspfad der EU quasi automatisch mit. Allerdings beträgt die mittlere CO<sub>2</sub>-Emission der Neuzulassungen 2008 in der Schweiz 175 g/km, in der EU geschätzte 152 bis 153 g/km; dieser Unterschied bleibt bestehen, solange keine spezifischen Massnahmen in der Schweiz getroffen werden. Der vorliegende Bericht untersucht die Auswirkungen, wenn in der Schweiz die CH-Importeure sowohl zusätzliche angebotsseitige [Marketing-]Anpassungen durchführen, auf dass angebotsseitige CO<sub>2</sub>-Reduktionsraten von –3.4% (bis 2015) ermöglicht werden, als auch nachfrageseitige Preissignale. Nur auf diese Weise könnte die Schweiz die EU-Ziele bereits 2015 erreichen.

Die angebotsseitigen und nachfrageseitigen Massnahmen der CH-Importeure kommen nur zustande, wenn auch preisliche Mechanismen wirken. Untersucht werden zwei Varianten. Erstens die möglichst analoge Übernahme des EU-Modells, bei welchem die Hersteller sich zu Pools zusammenschliessen können und die Abgabenhöhe bereits im Voraus festgelegt wird (preisreguliertes System, bei dem die Zielerreichung zeitlich nicht exakt vorhergesagt werden kann). Zweitens ein Zertifikatsystem; Autos mit CO<sub>2</sub>-Emissionen unter einem – jährlich anzupassenden – Zielwert erhalten Zertifikate, zur Immatriculation von Autos mit höheren CO<sub>2</sub>-Emissionen müssen diese aufgekauft werden (mengenreguliertes System, bei dem die Zertifikatspreise nicht exakt vorhergesagt werden können). Die Auswirkungen auf die CO<sub>2</sub>-Emissionen wurden mit einem Automarktsimulationsmodell, welches 1 Mio. Autokäufe einzelner Haushalte simuliert und ausgewählte psychologische Effekte einbezieht, vorhergesagt. Werden in der Schweiz Preisanreize wie in der EU (€95 pro gCO<sub>2</sub>/km) gesetzt, lässt sich das 130 gCO<sub>2</sub>/km-Ziel einige Jahre später als in der EU erreichen. Für das Erreichen im 2015 wären Abgaben in doppelter Höhe wie in der EU notwendig und zusätzlich angebotsseitige Marketinganpassungen durch die CH-Importeure.

Im Stichjahr 2015 kommt es aufgrund des reduzierten Treibstoffbedarfs zu volkswirtschaftlichen Gewinnen (wenn angenommen wird, dass die Treibstoffzölle erhöht werden, so dass auf dem verbliebenen Absatz der gleiche Steuerertrag erzielt wird) von ca. 98 bis 171 Mio. CHF, im Jahre 2020 von 240 bis 402 Mio. CHF.

Für die laufende Überprüfung der Zielerreichung der EU-Strategie setzt die EU-Kommission unter anderem auf gemeinsam mit den Herstellern erstellte, jährliche CO<sub>2</sub>-Monitoring-Berichte. Ein entsprechendes gemeinsames schweizerisches CO<sub>2</sub>-Monitoring wäre einzuführen. Um von den CO<sub>2</sub>-Emissionen der Neuzulassungen auf die CO<sub>2</sub>-Emissionen der fahrenden Flotte schliessen zu können, könnte künftig auch der Zusammenhang zwischen Energieeffizienz und weiteren Fahrzeuggrössen einerseits und der jährlichen Kilometerleistung andererseits periodisch erhoben werden.

## Résumé

Le présent rapport traite de la question de savoir si, comment, dans quel délai et avec quels signaux-prix la Suisse peut reprendre la stratégie de l'UE visant à abaisser à 130 g/km les émissions moyennes de CO<sub>2</sub> des voitures nouvellement immatriculées. Il émet tout d'abord des hypothèses sur ce que sera la réaction des constructeurs automobiles européens face à la stratégie adoptée par l'UE. L'idée de départ est que ces derniers voudront éviter de répercuter sur les consommateurs les taxes perçues par l'UE en cas de non-réalisation de l'objectif car cela provoquerait de fortes distorsions des prix. Ils préféreront atteindre l'objectif par une méthode plus douce, à savoir l'adaptation de la gamme des modèles de voitures neuves proposés à la vente. Concrètement, en raison de la stratégie adoptée par l'UE, l'intégralité du potentiel d'innovation technique sera ces prochaines années consacré à la réduction des émissions de CO<sub>2</sub>, ce qui permettra des baisses estimées à 2,4% (jusqu'en 2015), puis à 2,2% (de 2016 à 2020). Contrairement à ce que l'on a pu observer par le passé, le poids moyen à vide des voitures et la puissance moyenne des moteurs cesseront d'augmenter (cette tendance est déjà visible sur le marché). Cette stratégie axée exclusivement sur l'offre devrait permettre aux constructeurs d'atteindre l'objectif fixé par l'UE dans le délai imparti (2015). Il n'y aurait ainsi pas besoin de signaux-prix supplémentaires et aucune taxe ne serait à verser à l'UE.

Le marché suisse des voitures neuves est totalement intégré au marché européen et suit presque automatiquement la courbe de réduction de l'UE. Néanmoins, les émissions moyennes de CO<sub>2</sub> des voitures neuves immatriculées en 2008 s'élevaient à 175 g/km en Suisse, alors qu'elles étaient estimées à 152–153 g/km dans l'UE, et cette différence persistera aussi longtemps que la Suisse n'adoptera pas de mesures spécifiques.

Le présent rapport étudie ce qui se passerait si les importateurs suisses procédaient non seulement à des adaptations supplémentaires de l'offre (adaptations du marketing), qui permettraient d'atteindre un taux de réduction des émissions de CO<sub>2</sub> de 3,4% (d'ici 2015), mais lançaient aussi des signaux-prix visant à agir sur la demande. Ce n'est qu'ainsi que la Suisse pourrait atteindre les objectifs de l'UE en 2015.

Les mesures des importateurs suisses destinées à agir sur l'offre et sur la demande ne sont prises que si les mécanismes des prix fonctionnent. Deux variantes sont examinées. La première consiste à reprendre tel quel, dans toute la mesure du possible, le modèle de l'UE selon lequel, d'une part, les constructeurs peuvent se regrouper en pools et, d'autre part, le montant de la taxe est fixé à l'avance (système régulé en fonction des prix, dans lequel il n'est pas possible de prédire la date de réalisation de l'objectif avec exactitude). La seconde est un système de certificats dans lequel les voitures ayant des émissions de CO<sub>2</sub> inférieures à une valeur cible adaptée chaque année reçoivent des certificats qu'il faut ensuite acquérir pour pouvoir immatriculer les voitures ayant des émissions supérieures à la valeur-cible (système régulé en fonction des quantités, dans lequel il n'est pas possible de prédire le prix des certificats avec exactitude). L'impact sur les émissions de CO<sub>2</sub> a été pronostiqué sur la base d'un modèle de simulation du marché automobile qui prévoit la vente d'un million de voitures à différents ménages, tout en intégrant des effets psychologiques sélectionnés. Si l'on adoptait en Suisse la même taxe d'incitation que l'UE (95 euros par gramme de CO<sub>2</sub>/km), notre pays atteindrait l'objectif des 130 g de CO<sub>2</sub>/km quelques années après l'UE. Pour atteindre l'objectif en 2015, il faudrait que la taxe soit deux fois plus élevée que dans l'UE et que les importateurs suisses procèdent en outre à des adaptations du marketing de leur offre.

En 2015, la diminution des besoins en carburant permettra à l'économie nationale de réaliser des recettes de 98 à 171 millions de francs (en partant de l'hypothèse que les droits de douane sur les carburants augmenteront de telle sorte que les ventes restantes permettront de dégager le même produit fiscal); en 2020, le montant de ces recettes serait compris entre 240 et 402 millions de francs.

Pour suivre en permanence le degré de réalisation de l'objectif visé par la stratégie de l'UE, la Commission européenne mise entre autres sur des rapports de monitoring du CO<sub>2</sub> établis en coopération avec les constructeurs. Le même type de monitoring devrait être introduit en Suisse. Pour pouvoir déduire les émissions de CO<sub>2</sub> de la flotte des véhicules en circulation à partir des émissions de CO<sub>2</sub> des véhicules nouvellement

immatriculés, on pourrait relever périodiquement le rapport entre l'efficacité énergétique et d'autres grandeurs liées au véhicule d'une part et le nombre de kilomètres parcourus annuellement d'autre part.

# 1. Ausgangslage, Fragestellung

## 1.1. Ausgangslage

Die Motion 07.3004 der UREK-N verlangt die Umsetzung der EU-Strategie, welche die Erreichung von einer Durchschnittsemission der PW-Neuzulassungen von 130 g CO<sub>2</sub>/km im Jahre 2012 vorsieht; dabei soll die Schweiz sich an die EU-Strategie „orientieren“. Die Motion stammt aus dem Jahre 2007; Mitte Dezember 2008 hat die EU ihre diesbezügliche Strategie endgültig festgelegt. Dabei muss der Zielwert von 130 g CO<sub>2</sub>/km (bezogen auf den Normverbrauch im Typenprüfzyklus; mit anderen Massnahmen, z.B. Eco-drive, sollen weitere 10 g CO<sub>2</sub>/km Reduktion im realen Alltagsverbrauch erreicht werden, um so das ursprüngliche EU-Ziel von 120 g CO<sub>2</sub>/km zu erfüllen) erst 2015 erreicht werden (in den Jahren 2012 bis 2014 müssen 65%, 75% bzw. 80% der Neuzulassungen den Grenzwert erreichen). Bei Überschreitung werden je Gramm CO<sub>2</sub> € 95 fällig; für die Jahre 2015 bis 2018 kostet das erste bis dritte Gramm Überschreitung jedoch weniger (€ 5, € 15, bzw. € 25).

Mit Entscheid vom 19.12.08 hat der Bundesrat die Ablehnung der Volksinitiative „für menschenfreundlichere Fahrzeuge“ beschlossen sowie die Ausarbeitung und Vorlage eines indirekten Gegenvorschlags. Falls für den Gegenvorschlag keine neue Gesetzesgrundlage erforderlich wäre, könnte eine Regelung auf Verordnungsstufe vorgenommen werden; andernfalls könnte die NR-Motion 07.3004 hierzu dienen.

Mögliche gesetzliche Grundlagen finden sich im Energiegesetz („Vorschriften können erlassen werden, falls freiwillige Massnahmen nicht reichen“) wie im CO<sub>2</sub>-Gesetz, es ist aber nicht abschliessend klar, ob darauf gestützt zwar vorzeitig CO<sub>2</sub>-Grenzwerte erlassen werden könnten, die für eine Zielerreichung erforderlichen hohe Bussen aber dennoch eine eigene Gesetzesgrundlage erfordern würden. Die Evaluation einer neuen Gesetzesgrundlage ist deshalb notwendig.

Während in der EU die konsumenten-bezogene Anreizsysteme beim Neuwagenkauf (Bonusmodelle auf Ebene der Mitgliedstaaten) konfliktfrei koexistieren mit der hersteller-bezogenen Strategie der Gesamt-EU, ist dies für die Schweiz fraglich, weil hier die regulatorische Ebene in beiden Fällen der Bund und damit identisch wären. Deshalb ist auch die derzeit hängige Standesinitiative des Kantons Bern (Anreize bei der Automobilsteuer), deren Vernehmlassung vom 13.11.08 bis zum 28.02.09 dauert und dessen Beratung im Erstrat (Ständerat) möglicherweise im Juni 2009 erfolgt, betroffen. Eine Einführung eines solchen mittels der Automobilsteuer finanzierten Bonussystems wäre ggf. frühestens 2010, wahrscheinlich aber 2011 möglich.

Die NR-Motion 07.3004 wird auch als indirekten Gegenvorschlag zur Klimainitiative (mit gesetzlicher Basis im CO<sub>2</sub>-Gesetz) betrachtet. Hier muss bis 29.08.09 die Botschaft z.Hd. des Parlaments verabschiedet werden; Die Gesetzesänderung müsste 1.1.2013 in Kraft treten. Es ist zu beachten, dass die Betrachtung der NR-Motion als indirekten Gegenvorschlag zur Volksinitiative „für menschenfreundlichere Fahrzeuge“ eine parlamentarische Behandlung in den Jahren 2010 und 2011 bedeuten würde, während rein von der EU-Strategie her gesehen die Umsetzung der UREK-N-Motion 07.3004 sinnigerweise ein Inkrafttreten zeitgleich mit der EU (mit ersten Zielwerten im Kalenderjahr 2012) bedeuten würde.

## 1.2. Fragestellung

Es sind wissenschaftliche Grundlagen zu erarbeiten und in einem Bericht festzuhalten, welche die Details möglicher Vollzugsmodelle zur NR-Motion 07.3004 umfassen, mögliche Absenkungs- und Zielpfade benennen und die Auswirkungen der verschiedenen Vollzugsmodelle abschätzen. Darüber hinaus sollen Kurzanalysen zu den Erfordernissen eines künftigen staatlichen CO<sub>2</sub>-Reportings sowie zu Reboundeffekten vorgelegt werden.

In einem zusätzlichen Bericht (BAFU 2009) werden die CO<sub>2</sub>-Reduktionseffekte je Kalenderjahr berechnet und für den Zeitraum nach 2015 zusätzliche Absenkpfade untersucht.

## 2. Autonome technische Entwicklung

Vereinfacht ausgedrückt spielen beim Neuwagenkauf drei grundlegende technische Eigenschaften eine zentrale Grösse: Der Treibstoffverbrauch, die Grösse, und die Motorleistung. Ein niedriger Treibstoffverbrauch ist für sich genommen positiv. Grössere Autos und höhere Motorleistung werden ebenfalls je als positiv bewertet, führen aber zu höheren Treibstoffverbrauch und führen aus CO<sub>2</sub>-Sicht zu einem Zielkonflikt.

Die CO<sub>2</sub>-Emission der Schweizer Neuzulassungen haben sich von 1996 bis 2007 um jährlich  $-1.426\%$  zurückgebildet. Allerdings ist ein Teil dieses Rückgangs scheinbarer Natur, weil die Hersteller infolge des gestiegenen Drucks gelernt haben, auf den Normprüfzyklus hin zu optimieren und dazu geübte Fahrer und optimal vorbereitete Fahrzeuge einzusetzen. Den genauen Anteil des scheinbaren Fortschritts ist unbekannt, auch wenn seine Existenz unter Experten unbestritten ist. Wir gehen hier aus von ca.  $-0.3\%$  jährliche scheinbare Absenkung, d.h. einer realen CO<sub>2</sub>-Reduktion von  $-1.129\%$  jährlich.

Das Leergewicht der Schweizer Neuzulassungen hat von 1996 zu 2007 um jährlich  $+1.258\%$  sich 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. Wir gehen deshalb davon aus, dass  $+10\%$  Leergewicht zu  $+7.5\%$  Treibstoffverbrauch führt. Deshalb kommen die jährlichen Zunahmen beim Leergewicht um  $+1.258\%$  einem „verschenkten“ CO<sub>2</sub>-Reduktionspotential von  $-0.944\%$  jährlich gleich, d.h. ein Teil des gesamten technischen Fortschritts wurde nicht zur CO<sub>2</sub>-Reduktion eingesetzt, sondern für grössere Fahrzeuge.

Die relative Motorisierung (ausgedrückt in kW Normleistung je Tonne Leergewicht) der Schweizer Neuzulassungen hat von 1996 zu 2006 (Zahl für 2007 lag noch nicht vor seitens ACEA) sich um jährlich  $+0.655\%$  erhöht. Wir gehen vereinfachend davon aus, dass  $+10\%$  Normleistung (bei gleichbleibendem Gewicht)  $+5\%$  Verbrauch entspricht. Deshalb kommen die jährlichen Zunahmen von  $+0.655\%$  bei der relativen Motorleistung einem „verschenkten“ CO<sub>2</sub>-Reduktionspotential von  $-0.328\%$  gleich, d.h. ein Teil des gesamten technischen Fortschritts wurde nicht zur CO<sub>2</sub>-Reduktion eingesetzt, sondern für leistungsstärkere Fahrzeuge.

Insgesamt hat es also im Zeitraum 1996–2007 eine **jährliche Innovation gegeben, welche die CO<sub>2</sub>-Emissionen um jährlich  $-2.4\%$  absenken könnte**; sie könnte aber auch eingesetzt werden, um das Leergewicht um jährlich  $+3.2\%$  zu erhöhen oder die relative Motorleistung um jährlich  $+4.8\%$ , oder, wie dies realiter in den letzten 11 Jahren zu beobachten war, für eine Mischung aus den drei grundlegenden technischen Eigenschaften.

Wir nehmen an, dass für die Jahre bis inkl. 2015 dieses jährliche Innovationspotential unverändert  $2.4\%$  pro Jahr entspricht. Für die Jahre 2016 bis inkl. 2020 unterstellen wir jährlich  $2.2\%$ . Ab 2021 jährlich  $1.2\%$ .

Es gilt zu beachten, dass das Innovationspotential von  $2.4\%$  jährlich am Markt gemessen wurde. Es beinhaltet damit bereits allfällige Reboundeffekte. Die Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen, und damit der Treibstoffkosten, ist seitens der Konsumenten teilweise kompensiert worden durch die vermehrte Nachfrage nach grösseren und leistungsstärkeren Modellen. Gemäss unseren Modellrechnungen beträgt dieser Reboundeffekt ca.  $8.3\%$ . D.h. dass die rein technische Innovationsleistung eigentlich  $2.6\%$  jährlich betragen hat, am Markt infolge des Rebounds aber nur  $2.4\%$  beobachtet werden konnten.



### 3. Methode

#### 3.1. Betrachtete Vollzugsmodelle

Wir betrachten 2 angebotsseitige Absenkungspfade (alternative Geschwindigkeiten der Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen der angebotenen Neuwagenflotte: Kapitel 3.2) sowie darauf aufbauend  $2 \times 2 \times 2 = 8$  Szenarien: Die zwei *angebotsseitigen* Absenkungspfade kombiniert mit zwei Vollzugsmodellen für die listenpreisrelevanten Abgaben bzw. Zertifikatpreise (*nachfrageseitige* Anpassungen: Sanktionsmodell: Kapitel 3.3; Zertifikatmodell: Kapitel 3.4), kombiniert mit zwei Pivotpunkten („Nullpunkten“) 130 sowie 136 g CO<sub>2</sub>/km. Die Übersicht über die insgesamt resultierenden jährlichen Absenkungsraten findet sich in Kap. 3.5.

#### 3.2. Angebotsseitige Anpassungen

Bei beiden Vollzugsmodellen wird angenommen, dass es sowohl zu angebotsseitigen Anpassungen wie auch zu preislichen Änderungen kommen wird. Die angebotsseitigen Anpassungen sind für beide Vollzugsmodelle gleich. Die Mechanismen der preislichen Änderungen unterscheiden sich jedoch.

Angebotsseitig wird angenommen, dass die Hersteller das **jährliche Innovationspotential voll einsetzen zur Reduktion des Treibstoffverbrauchs**. D.h. im Mittel werden bei der angebotenen Flotte Effizienzeinsparungen von jährlich –2.4% erzielt. Ohne Vorhandensein der EU-Strategie würde dieses Innovationspotentials nur teilweise zur CO<sub>2</sub>-Reduktion verwendet, die übrigen Spielräume würden zur Erhöhung des Leergewichts und der relativen Motorisierung verwendet (wie in der Vergangenheit).

Die Annahme, dass die Hersteller aufgrund der drohenden EU-Abgaben angebotsseitige Anpassungen vornehmen, bedeutet, dass wir annehmen, dass die Hersteller ihre Gewinne weniger beeinträchtigt sehen durch solche Massnahmen als durch die Weiterverrechnung der EU-Abgaben an den Konsumenten. Bildhaft gesprochen wählen die Hersteller also die Strategie, „auch mit sparsamen Autos Geld zu verdienen“, indem statt Grösse und relative Motorisierung neu andere Zusatznutzen, welche nur schwache CO<sub>2</sub>-Auswirkungen haben, generiert und beworben würden.

Es werden zwei mögliche Absenkungspfade gerechnet:

- > **EU\_REF:** Einerseits die **jährliche Absenkung um –2.4%**, was dem mittleren Innovationspotential der letzten 11 Jahre entspricht. Diese Absenkung wird der Schweiz sozusagen „gratis geliefert“ seitens des EU-Markts (unter der Bedingung, dass die Schweiz die EU-Strategie ebenfalls übernimmt; andernfalls könnten die Hersteller Modellvarianten mit hohen CO<sub>2</sub>-Emissionen in Zukunft verstärkt in der Schweiz abzusetzen versuchen). Wir bezeichnen dies als EU-Absenkungspfad. Dies reicht in der EU bereits für die Erreichung der EU-Ziele. In der Schweiz jedoch ist infolge der höheren Ausgangslage die Zielerreichung so nicht bis 2015 möglich.
- > **CH\_REF:** In einem zweiten Absenkungspfad (CH-Absenkungspfad genannt) wird davon ausgegangen, dass die Schweizer Importeure noch weitere angebotsseitige Anpassungen vornehmen. Diese Anpassungen sind selbstredend nicht technischer Natur, sondern betreffen die angebotene Modell- und Motorenpalette, Marketing- und Pricing-Massnahmen. Die Annahme ist, dass die Schweizer Importeure einen weiteren Spielraum für angebotsseitige Optimierungen im Umfang von 1% jährlich besitzen. D.h. für die Jahre bis 2015 sinken die CO<sub>2</sub>-Emissionen im CH-Absenkungspfad um **–3.4%** statt –2.4% jährlich, ab 2016 wird kein vorhandener Spielraum mehr angenommen, die CH-Importeure weisen dann eine angebotsseitige CO<sub>2</sub>-Absenkung um –2.2% (2016 bis inkl. 2020) bzw. –1.2% (ab 2021) auf wie der EU-Markt auch. Die zusätzliche Absenkung um –1% ist normativ, d.h. sie wurde errechnet so, dass die Schweiz im 2015 das 130-g-Ziel erreichen würde, wenn gleichzeitig preisliche Anreize wie im Folgenden skizziert eingeführt werden.

REFBFE	CO <sub>2</sub> _demand	CO <sub>2</sub> _supply	rel. Leistung	Leergewicht	Innovationspot.
bis 2012	1.50%	1.62%	0.53%	1.07%	3.10%
2013-2020	0.75%	0.81%	0.48%	0.97%	2.20%
ab 2021	0.50%	0.54%	0.23%	0.47%	1.20%
	1.083				
REFETH	CO <sub>2</sub> _demand	CO <sub>2</sub> _supply	rel. Leistung	Leergewicht	Innovationspot.
bis 2015	0.80%	0.87%	0.53%	1.07%	2.40%
2016-2020	0.75%	0.81%	0.48%	0.97%	2.20%
ab 2021	0.50%	0.54%	0.23%	0.47%	1.20%
	1.083				
REF_EU	CO <sub>2</sub> _demand	CO <sub>2</sub> _supply	rel. Leistung	Leergewicht	Innovationspot.
bis 2015	2.40%	2.60%	0.00%	0.00%	2.40%
2016-2020	2.20%	2.38%	0.00%	0.00%	2.20%
ab 2021	1.20%	1.30%	0.00%	0.00%	1.20%
	1.083				
REF_CH	CO <sub>2</sub> _demand	CO <sub>2</sub> _supply	rel. Leistung	Leergewicht	Innovationspot.
bis 2015	3.40%	3.68%	-0.33%	-0.67%	2.40%
2016-2020	2.20%	2.38%	0.00%	0.00%	2.20%
ab 2021	1.20%	1.30%	0.00%	0.00%	1.20%
	1.083				

**Tabelle 1.** Angenommene Aufteilung des technischen Innovationspotentials von 2.4% (bis 2015), 2.2% (2016–2020) bzw. 1.2% (ab 2021) auf CO<sub>2</sub>-Emissionsreduktion („CO<sub>2</sub>\_demand“), Leergewichtsänderung und Änderung der relativen Motorleistung (pro Tonne Leergewicht) für die vier Szenarien. In den Referenzszenarien (REFBFE, REFETH) nehmen Leergewicht und Motorleistung jährlich zu, nur ein Teil der Innovationsleistung fliesst in die CO<sub>2</sub>-Reduktion. Im EU-Absenkungspfad (EU\_REF) wird die gesamte Innovation zur CO<sub>2</sub>-Reduktion eingesetzt, Leergewicht und Motorleistung bleiben konstant auf das 2008er Niveau. Im CH-Absenkungspfad (CH\_REF) kommt es zu Reduktionen des mittleren Leergewichts und der mittleren relativen Motorleistung, so dass CO<sub>2</sub>-Absenkungen ermöglicht werden, welche grösser sind als das eigentliche jährliche Innovationspotential. Ebenfalls angegeben ist die erforderliche technische (angebotsseitige) Absenkung (CO<sub>2</sub>\_supply), welche um den Reboundeffekt von 8.3% grösser ist als die im Marktmittel beobachtbare (nachfrageseitige) Absenkung.

### 3.3. Nachfrageseitige preisliche Anpassungen: Sanktionsmodell

Die Umsetzung des EU-Ziels von durchschnittlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen der Neuzulassungen von 130 g/km umfasst drei Zwischenziele für die Jahre 2012 bis 2014 (die besten 65%, 75%, bzw. 80% der Neuzulassungen müssen im Mittel den 130 g/km-Zielwert erreichen), die Einführungsphase von 2015 bis 2018 (während dieser Zeitspanne wird für das 1. Gramm Überschreitung des 130 g/km-Ziels nur eine Abgabe von €5 je Fahrzeug fällig, für das 2. und 3. Gramm €15 bzw. €25, ab dem 4. Gramm €95), sowie die Hauptphase ab 2019 (ab dem 1. Gramm Überschreitung ist die Abgabe von €95 je Gramm fällig). Dies ist in Tabelle 2 illustriert.

Jahr	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
<b>Zielgrösse</b>	beste 65% der Flotte	beste 75% der Flotte	beste 80% der Flotte	100% der Flotte				
<b>Ziel</b>	130 g CO <sub>2</sub> /km							
<b>Abgabe</b>	1. Gramm €5, 2. Gramm @15, 3. Gramm €25, ab 4. Gramm €95 je Gramm							ab 1. Gramm €95 je g

**Tabelle 2.** Eckpunkte des EU-Ziels 130 g CO<sub>2</sub>/km.

Das hier betrachtete sogenannte *Sanktionsmodell* für die Schweiz versucht, das Vorgehen der EU möglichst analog in der Schweiz umzusetzen. Wie die Hersteller in der EU können sich deshalb die Importeure in der Schweiz ebenfalls zu Pools zusammenschliessen; wenn die CO<sub>2</sub>-Emissionen der Neuzulassungen bestimmter Importeure über dem Zielwert liegen, von anderen Importeuren jedoch unter dem Zielwert. Der Zielwert wird dabei noch in Abhängigkeit vom mittleren Leergewicht leicht nach unten oder nach oben angepasst wird.

Nur wenn die mittleren CO<sub>2</sub>-Emissionen aller Neuzulassungen eines Pools über den Zielwert liegen, werden die EU-Abgaben (bzw. die Sanktionszahlungen in der Schweiz) fällig. Die Höhe der Abgabe ist im Voraus bekannt (für eine ausführlichere Beschreibung sei verwiesen auf die Anhörungsvorlage des BFE). Es kann sich also ein Hersteller (bzw. Importeur), welcher überdurchschnittlich ineffiziente oder schwerere Autos verkauft, mit einem Hersteller (bzw. Importeur) leichter oder effizienter Autos zusammenschliessen. Welche Ausgleichszahlung zwischen den Herstellern bzw. Importeuren für das Zustandekommen des Pools vereinbart wird, ist eine nicht-öffentliche Geschäftsentscheidung.

Für die Vorhersage im vorliegenden Bericht werden zuerst die insgesamt 14 Herstellergruppen gemäss untenstehender Tabelle unterschieden. Dann wird betrachtet, wie weit die jeweilige Herstellergruppe auf dem Schweizer Automarkt im Referenzszenario im Jahr 2015 vom Emissionsziel entfernt wäre (Tabelle 4). Dabei fließt das mittlere Leergewicht der verkauften Flotte ein. Dann werden für den Schweizer Markt Importeurpools gebildet so, dass alle resultierenden Pools in etwa die gleiche relative distance-to-target aufweisen. Die Tabelle 5 zeigt die resultierenden Pools. Die Volkswagen- und die Renault-Nissan-Gruppe bilden keinen Pool mit anderen Herstellergruppen. Die Fiat-Gruppe kompensiert die GM-Gruppe, die Honda-Gruppe die Chrysler-Gruppe, und die BMW-Gruppe gleicht die Mercedes-Benz-Gruppe aus. Die Citroën-Peugeot-Gruppe bildet einen Pool mit der Ford-Gruppe (inkl. Tata/Jaguar/Daimler).

Wir betrachten zwei „Nullpunkte“ (Pivotpunkte): 130 und 136 g CO<sub>2</sub>/km. Fahrzeugmodelle mit Normemissionen unterhalb bzw. oberhalb des Pivotpunkts werden vergünstigt bzw. verteuert. Der 130 g Pivotpunkt entspricht dem 2015er Ziel der Neuzulassungen. Der 136 g Pivotpunkt wurde gewählt, weil die mittleren CO<sub>2</sub>-Emissionen der Neuzulassungen im CH\_REF-Szenario im 2015 ohne nachfrageseitige Preissignale ca. 136 g betragen würden. Ein höherer Pivotpunkt führt dazu, dass auch in höheren Marktsegmenten die effizientesten Motorisierungsvarianten verbilligt werden und zu Nachfrageverschiebungen Anlass geben können, was sich positiv auf den CO<sub>2</sub>-Mittelwert aller Neuzulassungen auswirkt. Ausserdem werden Fahrzeuge unterhalb von 130 g bei einem Pivotpunkt oberhalb von 130 g stärker verbilligt, was zu grösseren Nachfragereaktionen Anlass geben kann. Aus diesen Gründen kann ein von 130 g unterschiedlicher Pivotpunkt effektiver sein als ein Pivotpunkt bei exakt 130 g. Über die genauen Marktreaktionen auf verschiedenen Pivotpunkten kann nur eine Mikrosimulation unter Abbildung aller Neuwagenmodellvarianten und Kundengruppen Auskunft geben, wie sie mit dem Modell *sim.car* gewährleistet ist.

Es wird künftiger Forschung überlassen, statt eines statischen Pivotpunkts (über den Zeitraum bis 2015 gleichbleibend) einen dynamischen Verlauf des Pivotpunkts zu untersuchen (zum Beispiel würde der Pivotpunkt jedes Jahr um –2.4% bzw. –3.4% tiefer angesetzt). Dies wäre wahrscheinlich etwas effektiver, führt aber zu weiteren Szenarien, weil verschiedene dynamische Verläufe denkbar wären; dies hätte den zeitlichen Rahmen des vorliegenden Berichts verlassen.

Es wird angenommen, dass die Importeurpools ihre Listenpreise in Relation zur distance-to-target verändern. Die Fiat/GM-, BMW/Mercedes- sowie Honda/Chrysler-Pools weisen die grösste distance-to-target auf und rechnen deshalb pro gCO<sub>2</sub>/km einen Preiseffekt von CHF 140 ein, entweder bezogen auf das Ziel 130, oder bezogen auf das Ziel 136. Die übrigen Pools verwenden etwas kleinere Preishebel bis hinunter zu CHF 110 je gCO<sub>2</sub>/km. Allerdings betrachten die Hersteller nicht die Grösse gCO<sub>2</sub>/km, sondern korrigieren diese noch um die Leergewicht-Korrektur gemäss EU-Formel. Ein schweres Fahrzeug mit CO<sub>2</sub>-Emissionen von z.B. 140 g/km wird deshalb u.U. vergünstigt, da es zwar absolut gesehen über dem Zielwert liegt, relativ gesehen sich aber unter dem leergewichtkorrigierten Zielwert findet.

ID	EUGROUP
1	BMW Mini Rolls-Royce
2	Mercedes Smart Puch Maybach
3	Chrysler Mitsubishi Jeep Dodge
4	Fiat Lancia Alfa Romeo Maserati Ferrari Iveco
5	Ford Mazda Volvo Land Rover Aston Martin Lincoln Mercury
6	Opel Saab Chevrolet Buick Cadillac GMC Hummer Holden Isuzu Vauxhall Pontiac Saturn SsangYong Subaru
7	Honda Acura
8	Hyundai Kia
9	PSA
10	Renault Nissan Dacia Infiniti Samsung
11	Suzuki Maruti
12	Toyota Lexus Daihatsu
13	VW Audi Porsche Seat Skoda Bentley Lamborghini Bugatti
14	Tata Jaguar Daimler

**Tabelle 3.** Liste der Herstellergruppen (nicht alle Marken werden in der Schweiz vermarktet). Der 2008 erfolgte Verkauf von Land Rover von Ford an Tata ist hier noch nicht berücksichtigt. Hersteller ohne Einfluss auf den Schweizer Markt sind nicht aufgeführt.

ID_EUGROUP	EUGROUP	Sales	Weight	CO <sub>2</sub> _Ist	CO <sub>2</sub> _Soll	%
13	VW Audi Porsche Seat Skoda Bentle	21.0%	1533	165	131	25%
6	Opel Saab Chevrolet Buick Cadillac	13.6%	1501	171	130	31%
10	Renault Nissan Infiniti Samsung	11.2%	1432	158	127	25%
1	BMW Mini Rolls-Royce	9.7%	1601	164	135	22%
9	PSA	8.8%	1450	153	128	20%
5	Ford Mazda Volvo Land Rover Astor	7.9%	1577	176	133	32%
2	Mercedes Smart Puch Maybach	4.7%	1732	199	141	42%
8	Hyundai Kia	4.6%	1489	159	129	23%
3	Chrysler Mitsubishi Jeep	4.6%	1665	186	137	35%
12	Toyota Lexus Daihatsu	4.5%	1480	159	129	24%
4	Fiat Lancia Alfa Romeo Maserati Fei	4.3%	1503	160	130	23%
7	Honda Acura	2.9%	1345	145	123	18%
11	Suzuki Maruti	1.0%	1291	161	120	34%
0	Rest (=Lada)	0.9%	1153	161	114	41%
14	Tata Jaguar Daimler	0.3%	1740	214	141	52%
		100.0%	1519	166	131	27%

**Tabelle 4.** Simulierte Marktanteile (Schweizer Neuwagenmarkt, Referenzszenario BFE-Energieperspektiven, Jahr 2015), Leergewicht und CO<sub>2</sub>-Emissionen (CO<sub>2</sub>\_Ist) der Neuzulassungen je Herstellergruppe, sowie um Leergewicht korrigiertes CO<sub>2</sub>-Emissionsziel (CO<sub>2</sub>\_Soll) und prozentuale distance-to-target. Die farbcodierte rechte Spalte teilt die Hersteller ein gemäss der distance-to-target (rot/gelb/grün: überdurchschnittliche/durchschnittliche/unterdurchschnittliche Fortschritte notwendig).

ID_EUGROUP	EUGROUP	Sales	Weight	CO <sub>2</sub> _Ist	CO <sub>2</sub> _Soll	%
13	VW Audi Porsche Seat Skoda Bentle	21.0%	1533	164.5	131.4	25%
406	Fiat Lancia Alfa Romeo Maserati Fei	17.9%	1501	168.2	130.0	29%
10	Renault Nissan Infiniti Samsung	11.2%	1432	158.2	126.8	25%
102	BMW Mini Rolls-Royce / Mercedes S	14.4%	1644	175.5	136.5	29%
905	PSA / Ford Mazda Volvo Land Rover	17.0%	1514	164.5	130.5	26%
811	Hyundai Kia / Suzuki Maruti Lotus C	5.7%	1451	159.3	127.7	25%
703	Honda Acura / Chrysler Mitsubishi .	7.5%	1541	169.9	131.8	29%
1200	Toyota Lexus Daihatsu / Lada	5.4%	1427	159.7	126.6	26%
		100.0%	1519	165.9	130.8	27%

Tabelle 5. Resultierende Importeurpools für den Schweizer Markt.

### 3.4. Nachfrageseitige preisliche Anpassungen: Zertifikatmodell

Das andere betrachtete Vollzugsmodell bezeichnen wir als *Zertifikatsystem*. Hier gibt es keine Herstellerbetrachtungsweise und demnach auch keine Poolbildung. Statt der Höhe der Abgabe wird im Voraus der Zielwert der mittleren CO<sub>2</sub>-Emissionen aller Neuzulassungen festgelegt. Ein Fahrzeug, dessen CO<sub>2</sub>-Emissionen über dem Zielwert sich befinden, darf nun erst dann immatrikuliert werden, wenn entsprechende Zertifikate für die Mehremission erworben und vorgelegt werden. Diese Zertifikate zur Mehremission werden generiert bei der Immatrikulation von Fahrzeugen mit CO<sub>2</sub>-Emissionen unterhalb des Zielwerts im entsprechenden Jahr. (für eine ausführlichere Beschreibung sei verwiesen auf die Anhörungsvorlage des BFE).

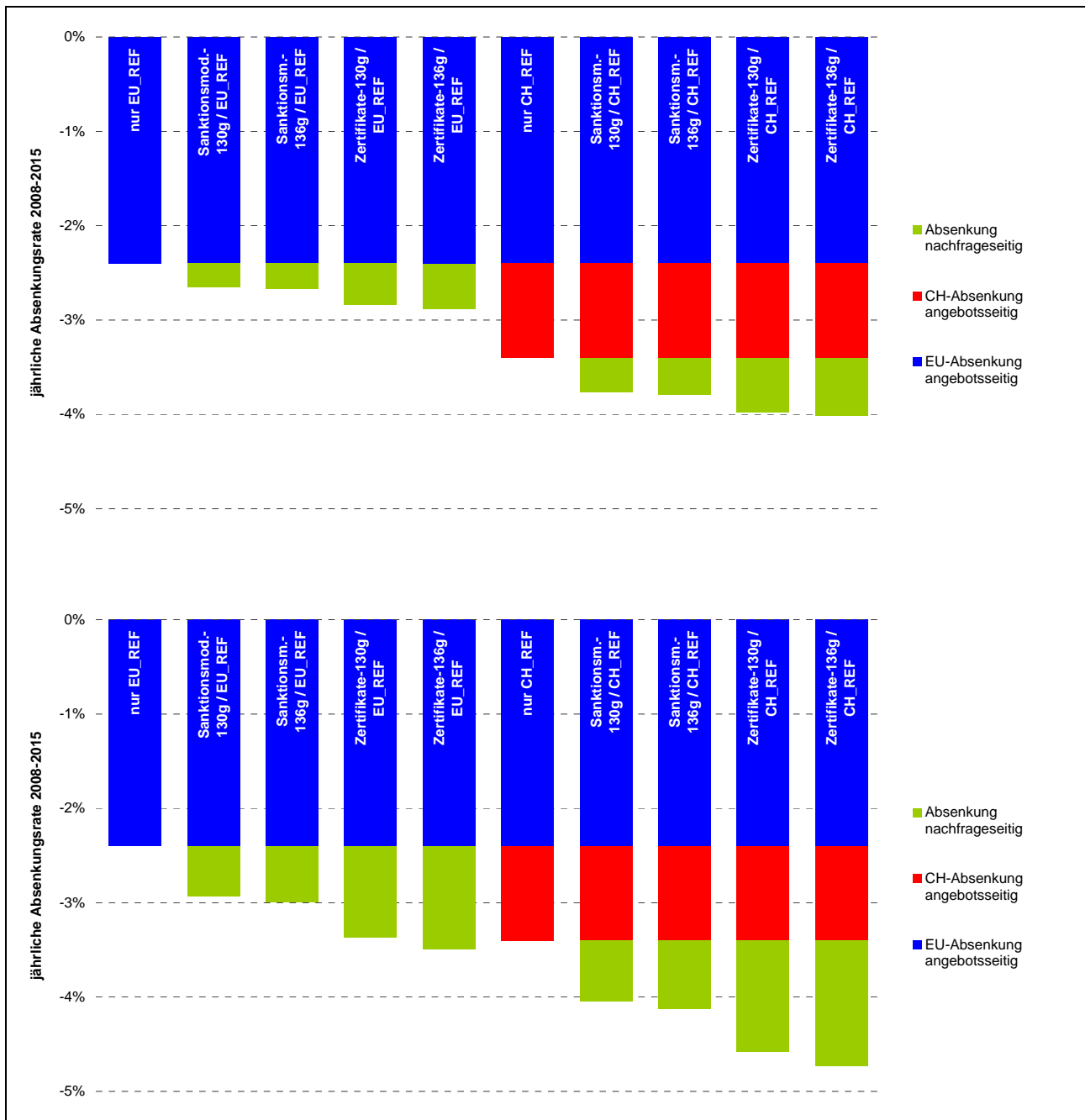
Im Unterschied zum Sanktionsmodell gibt es beim Zertifikatmodell keine Poolbetrachtung. Für ein jedes Fahrzeug müssen zum Zeitpunkt der Immatrikulation die benötigten Zertifikate vorgelegt werden. Alle Marktteilnehmer müssen über eine zentrale Handelsplattform handeln, es kann also nicht zu markeninternen Verrechnungen kommen. Ebenso entfallen die nicht-öffentlichen Ausgleichszahlungen zwischen Importeurgruppen zur Bildung von Pools. In der hier durchgeführten ökonomisch-rationalen Simulation ist ein solches Modell a priori effizienter als die herstellereinspezifische Einpreisung.

Wie beim Sanktionsmodell betrachten wir zwei „Nullpunkte“ (Pivotpunkte): 130 und 136 g CO<sub>2</sub>/km. Zertifikate werden ausgegeben bzw. benötigt für Fahrzeugmodelle mit Normemissionen unterhalb bzw. oberhalb des Pivotpunkts. Für weitere Ausführungen zur Wahl der Pivotpunkte siehe Kapitel 3.3.

Ein weiterer Unterschied zwischen den beiden Modellen besteht in der Bezugsgrösse für die Einpreisung der CO<sub>2</sub>-Emissionen, welche oberhalb bzw. unterhalb des Grenzwerts sind. Beim Sanktionsmodell fliesst hier das Leergewicht ein. Beim Zertifikatmodell nicht. Beispiel: Beim Sanktionsmodell, wenn das Ziel 130 g CO<sub>2</sub>/km beträgt, würde ein leichtes Automodell von z.B. 1400 kg Leergewicht erst dann vergünstigt, wenn seine CO<sub>2</sub>-Emissionen unterhalb 125 g/km liegen (die korrigierte CO<sub>2</sub>-Emission errechnet sich aus der EU-Korrekturformel). Beim Zertifikatsystem würde ein solches Auto für jedes Gramm CO<sub>2</sub>/km unterhalb des absoluten Emissionsziels Zertifikate erhalten, unabhängig von seinem Leergewicht.

### 3.5. Übersicht über resultierende jährliche Absenkungsraten

Die untenstehende Figur zeigt die kombinierte jährliche Absenkungsraten über den Zeitraum bis 2015 für die zwei Absenkungspfade (EU\_REF und CH\_REF, ohne Absenkung infolge nachfrageseitiger Preissignale) sowie die darauf aufbauenden acht Szenarien.



**Figur 1.** Die mittleren jährlichen Absenkungsraten der zwei Absenkpfade und acht Szenarien; oberes Bild: Sanktionszahlungen bzw. Zertifikatpreise gleich 1-facher EU-Abgabe; unteres Bild: Sanktionszahlungen bzw. Zertifikatpreise gleich 2-facher EU-Abgabe.

### 3.6. Distance-to-target je Marke und je Importeur

Die Tabelle 4 hat die relative *distance-to-target* je Herstellergruppe angegeben. In den folgenden Tabellen geben wir die gleichen Grössen noch für jede Marke einzeln (Tabelle 6) sowie aggregiert auf die schweizerischen Generalimporteure wieder (Tabelle 8). Welche Importeure für welche Marken zuständig sind, findet sich in der Tabelle 7.

Es gilt zu berücksichtigen, dass diese Resultate synthetisch sind in der Hinsicht, dass die heutigen Verhältnisse (Hersteller, Marken, Importeure) auf das Jahr 2015 projiziert werden: Die technologische Entwicklung bis 2015 wird zwar berücksichtigt, nicht jedoch die Organisation und Struktur der Marktteilnehmer. Die Resultate in den Tabellen Tabelle 6 und Tabelle 8 gelten deshalb unter der einschränkenden Annahme, dass alle Hersteller, Marken und Importeure bestehen bleiben und sich nicht ändern bzw. zusammenschliessen. Die für den Sommer 2009 zu erwartenden Marktumwälzungen (mögliche Chapter-11-Sanierung der General-Motors-Gruppe, Zukunft der europäischen GM-Marken Opel und Saab, angestrebte Zusammenarbeit von Chrysler und Fiat, usw.) sind hier nicht berücksichtigt.

Die relative *distance-to-target* berechnet sich wie in Kap. 3.3 gemäss der EU-Formel mit Leergewichtskorrektur; das CO<sub>2</sub>-Ziel (CO<sub>2</sub>-Soll-Spalte in den Tabellen) und damit auch die *distance-to-target* berücksichtigen das mittlere Leergewicht der jeweils verkauften Flotte. Die Marke BMW, beispielsweise, (mittleres Leergewicht 1723 kg) hat eine unterdurchschnittliche *distance-to-target*, die Marke Mercedes-Benz (mittleres Leergewicht 1732 kg) hingegen eine überdurchschnittliche. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Marke BMW im Jahr 2007 mehr Neuwagenmodellvarianten mit guter Energieeffizienz im Angebot hatte, welche auch abgesetzt werden konnten.

ID_MAKE	Marke	Sales	Weight	CO <sub>2</sub> _Ist	CO <sub>2</sub> _Soll	%	
20	Alfa Romeo	1.4%	1715	188	140	34%	
55	Aston Martin	0.0%	1819	359	145	149%	
60	Audi	4.0%	1760	196	142	38%	
90	Bentley	0.0%	2616	386	181	113%	
120	BMW	7.4%	1723	174	140	24%	
125	BMW Alpina	0.0%	1817	221	144	53%	
160	Cadillac	0.6%	1844	241	146	66%	
165	Caterham	0.0%	690	139	93	50%	
180	Chevrolet	1.5%	1443	171	127	34%	
200	Chrysler	1.2%	1895	207	148	40%	
220	Citroen	3.2%	1445	152	127	19%	
230	Dacia	2.8%	1215	149	117	28%	
240	Daihatsu	0.6%	1015	124	108	15%	
242	Daimler	0.0%	1829	260	145	79%	
245	Dodge	0.6%	1686	186	138	34%	
255	Ferrari	0.0%	1848	406	146	179%	
260	Fiat	2.6%	1387	144	125	15%	
280	Ford	2.8%	1389	153	125	22%	
320	Honda	2.9%	1345	145	123	18%	
336	Hummer	0.0%	3085	396	202	96%	
340	Hyundai	2.8%	1507	161	130	24%	
420	Jaguar	0.3%	1736	212	141	50%	
440	Jeep	0.8%	1782	207	143	45%	
451	Kia	1.8%	1460	155	128	21%	
460	Lada	0.9%	1157	161	114	41%	
480	Lancia	0.3%	1402	147	125	17%	
482	Land Rover	0.5%	2317	246	167	47%	
500	Lexus	0.5%	1971	189	151	25%	
510	Lotus	0.0%	983	186	106	75%	
520	Maserati	0.0%	2008	303	153	98%	
540	Mazda	1.5%	1381	162	124	30%	
560	Mercedes-Benz	4.7%	1732	199	141	42%	
615	Mini	2.3%	1204	132	116	13%	
620	Mitsubishi	2.0%	1478	164	129	27%	
640	Nissan	2.2%	1438	161	127	27%	
680	Opel	7.2%	1420	154	126	22%	
700	Peugeot	5.6%	1452	153	128	20%	
740	Porsche	0.1%	1783	253	143	77%	
780	Renault	6.3%	1526	161	131	23%	
790	Rolls Royce	0.0%	2570	346	179	94%	
820	Saab	0.9%	1668	178	138	29%	
840	Seat	1.6%	1507	165	130	26%	
860	Skoda	3.3%	1323	145	122	19%	
864	SsangYong	0.6%	2039	223	155	44%	
880	Subaru	2.8%	1486	185	129	43%	
900	Suzuki	1.0%	1291	161	120	34%	
940	Toyota	3.3%	1481	161	129	25%	
960	Volvo	3.0%	1727	192	140	37%	
980	VW	12.0%	1517	159	131	21%	
		100.0%	1519	166	131	27%	

**Tabelle 6.** Simulierte Marktanteile (Schweizer Neuwagenmarkt, Referenzszenario BFE-Energieperspektiven, Jahr 2015), Leergewicht und CO<sub>2</sub>-Emissionen (CO<sub>2</sub>\_Ist) der Neuzulassungen je Marke, sowie um Leergewicht korrigiertes CO<sub>2</sub>-Emissionsziel (CO<sub>2</sub>\_Soll) und prozentuale *distance-to-target*. Die farbcodierte rechte Spalte teilt die Marken ein gemäss der *distance-to-target* (rot/gelb/grün: überdurchschnittliche/durchschnittliche/unterdurchschnittliche Fortschritte notwendig).



Importeur	Marken	Importeur	Marken
BMW (Schweiz) AG	BMW, Mini	MAZDA (Suisse) SA	Mazda
Max HEIDEGGER AG	BMW-Alpina	Emil Frey AG	Aston Martin, Oldsmobile
CHEVROLET Suisse SA	Chevrolet	Mercedes-Benz Schweiz AG	Mercedes, Smart, Maybach
Chrysler Switzerland GmbH	Chrysler, Dodge, Jeep	MG Rover (Importeur Schweiz)	MG, Rover
CITROEN (Suisse) SA	Citroën	AMAG Automobil- & Motoren AG	Audi, Seat, Skoda, VW
ASCAR AG	Daihatsu	MM Automobile Schweiz AG	Mitsubishi
FERRARI (Suisse) SA	Ferrari	Nissan Center Europe GmbH	Nissan, Infiniti
FIAT Group Automobiles (Switz.) SA	Fiat, Lancia, Alfa-Romeo	GENERAL MOTORS Suisse SA	Opel, Saab
FORD Motor Company (Switz.) SA	Ford	PEUGEOT (Suisse) SA	Peugeot
HONDA Automobiles (Suisse) SA	Honda	Porsche Schweiz AG	Porsche
HYUNDAI Suisse AG	Hyundai	RENAULT Suisse SA	Renault, Dacia
JAGUAR Land Rover Schweiz AG	Jaguar, Daimler, Land Rover	SUBARU Schweiz AG	Subaru
KIA Motors AG	Kia	SUZUKI Automobile AG	Suzuki
Lada (Schweiz) S.A.	Lada	TOYOTA AG	Toyota, Lexus
Garage R. Affolter	Lamborghini	VOLVO Automobile (Schweiz) AG	Volvo
Maserati (Suisse) SA	Maserati		

Tabelle 7. Liste der Generalimporteure und der zugehörigen Marken.

ID_IMPORTER	Importeur	Sales	Weight	CO <sub>2</sub> _Ist	CO <sub>2</sub> _Soll	%
120_615	BMW (Schweiz) AG	9.7%	1600	164	134	22%
125	Max HEIDEGGER AG	0.0%	1817	221	144	53%
180	CHEVROLET Suisse SA	1.5%	1443	171	127	34%
200_245_440	Chrysler Switzerland GmbH	2.6%	1811	202	144	40%
220	CITROEN (Suisse) SA	3.2%	1445	152	127	19%
240	ASCAR AG	0.6%	1015	124	108	15%
255	FERRARI (Suisse) SA	0.0%	1848	406	146	179%
260_480_20	FIAT Group Automobiles (Switz.) SA	4.3%	1498	159	130	22%
280	FORD Motor Company (Switz.) SA	2.8%	1389	153	125	22%
320	HONDA Automobiles (Suisse) SA	2.9%	1345	145	123	18%
340	HYUNDAI Suisse AG	2.8%	1507	161	130	24%
420_242_482	JAGUAR Land Rover Schweiz AG	0.8%	2121	235	158	48%
451	KIA Motors AG	1.8%	1460	155	128	21%
460	Lada (Schweiz) S.A.	0.9%	1157	161	114	41%
520	Maserati (Suisse) SA	0.0%	2008	303	153	98%
540	MAZDA (Suisse) SA	1.5%	1381	162	124	30%
55_660	Emil Frey AG	0.0%	1819	359	145	149%
560_862_1069	Mercedes-Benz Schweiz AG	4.7%	1732	199	141	42%
60_840_860_980	AMAG Automobil- & Motoren AG	20.9%	1531	164	131	25%
620	MM Automobile Schweiz AG	2.0%	1478	164	129	27%
640_350	Nissan Center Europe GmbH	2.2%	1438	161	127	27%
680_820	GENERAL MOTORS Suisse SA	8.1%	1448	156	128	23%
700	PEUGEOT (Suisse) SA	5.6%	1452	153	128	20%
740	Porsche Schweiz AG	0.1%	1783	253	143	77%
780_230	RENAULT Suisse SA	9.0%	1431	158	127	24%
880	SUBARU Schweiz AG	2.8%	1486	185	129	43%
900	SUZUKI Automobile AG	1.0%	1291	161	120	34%
940_500	TOYOTA AG	3.9%	1551	165	132	25%
960	VOLVO Automobile (Schweiz) AG	3.0%	1727	192	140	37%
0	Übrige	1.2%	1960	236	151	56%
		100.0%	1519	166	131	27%

Tabelle 8. Simulierte Marktanteile (Schweizer Neuwagenmarkt, Referenzszenario BFE-Energieperspektiven, Jahr 2015), Leergewicht und CO<sub>2</sub>-Emissionen (CO<sub>2</sub>\_Ist) der Neuzulassungen je Importeur, sowie um Leergewicht korrigiertes CO<sub>2</sub>-Emissionsziel (CO<sub>2</sub>\_Soll) und prozentuale *distance-to-target*. Die farbcodierte rechte Spalte teilt die Importeure ein gemäss der distance-to-target (rot/gelb/grün: überdurchschnittliche/durchschnittliche/unterdurchschnittliche Fortschritte notwendig).

## 4. Auswirkungen der angebotsseitigen Anpassungen

Grundannahme der Betrachtungen im vorliegenden Bericht ist, dass die EU-Strategie die Hersteller dazu veranlassen wird, das jährlich verfügbare Innovationspotential vollumfänglich für die CO<sub>2</sub>-Emissionsreduktion einzusetzen. Für die EU reicht dies gerade, um im 2015 das 130-g CO<sub>2</sub>/km-Ziel zu erreichen. Die Zielerreichung ist über rein angebotsseitigen Weiterentwicklungen möglich. Die Hersteller müssen auf dem EU-Markt also nicht zum Mittel greifen, über Preissignale (interne Quersubventionen, markeninterne Bonus-Malus-Ansätze, usw.) nachfrageseitig das Kaufverhalten zusätzlich zu beeinflussen.

Dies heisst aber nicht, dass die Abgaben wirkungslos wären. Gäbe es sie nicht, würden die Hersteller nicht freiwillig das verfügbare Innovationspotential vollumfänglich für die CO<sub>2</sub>-Emissionsreduktion einsetzen, sondern auch für Zunahmen bei der Autogrösse und/oder der relativen Leistung. In diesem Bericht wird davon ausgegangen, dass es für die Hersteller günstiger ist, die künftigen Handlungsspielräume für die CO<sub>2</sub>-Reduktion einzusetzen, als interne Quersubventionen von Modellen mit hohem Verbrauch hin zu energieeffizienten Modellvarianten einzuführen.

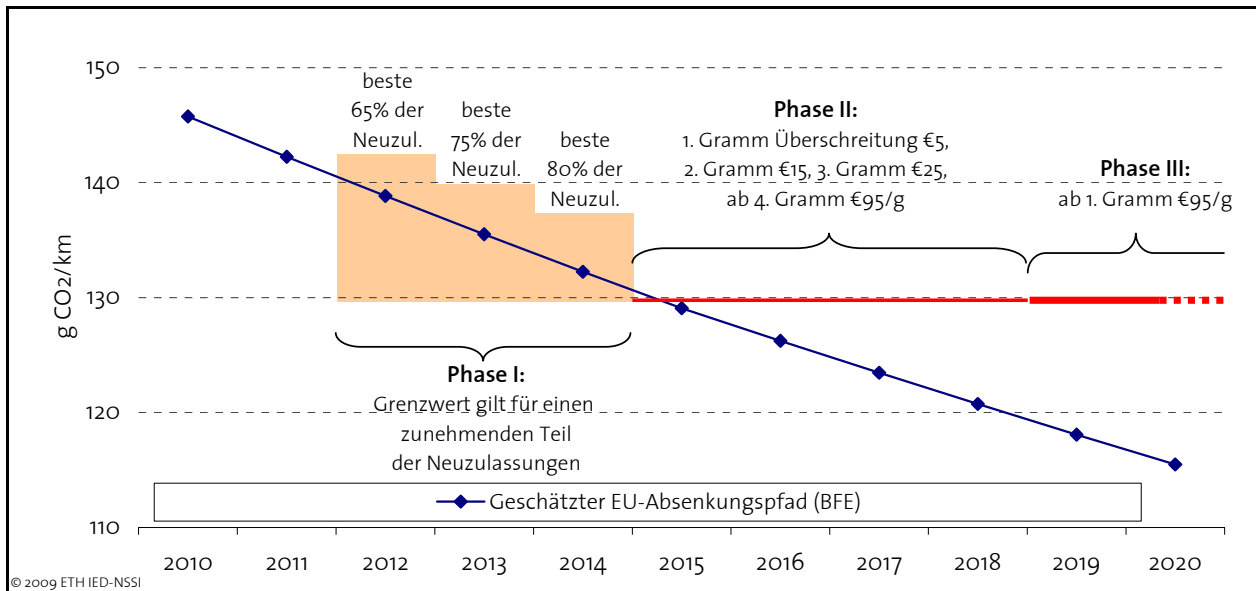
Für den schweizerischen Markt wären die angebotsseitigen Anpassungen für den EU-Markt aber nicht hinreichend, um in absehbarer Zeit das 130-g CO<sub>2</sub>/km-Ziel zu erreichen. Dazu wären weitere angebotsseitige Anpassungen auf Seite Importeur notwendig, und nachfrageseitige Anpassungen. Im folgenden präsentieren wir die Verläufe 2007–2019 der CO<sub>2</sub>-Emissionen der CH-Neuzulassungen sowie für das Stichjahr 2015 weitere mittlere Kenngrössen der CH-Neuzulassungen für mögliche rein angebotsseitige Anpassungen, wie sie in Tabelle 1 aufgeführt sind. Die *zusätzliche Wirkung von nachfrageseitigen Preissignalen* betrachten wir im nächsten Kapitel.

Die vier betrachteten angebotsseitigen Szenarien sind:

- > REFBFE: Dieses Referenzszenario entspricht dem Szenario I (Referenzszenario) der BFE-Energieperspektiven (INFRAS 2007). Dieses Referenzszenario ist nicht kompatibel mit dem 130-g CO<sub>2</sub>/km-Ziel der EU-Strategie, d.h. mit den angenommenen Absenkungsraten (vgl. Tabelle 1) wird das 130-g CO<sub>2</sub>/km-Ziel weder in der EU noch in der CH im Jahre 2015 erreicht.
- > REFETH: Dieses Referenzszenario ist mit REFBFE vergleichbar, aber in den ersten Jahren leicht zurückhaltender, weil angenommen wird, dass die neuen Abgasnormen Euro-5 und Euro-6 weniger starke Absenkungen erlauben als im REFBFE-Szenario angenommen.
- > EU\_REF: Dieses Szenario ist kompatibel mit der im Dezember 2008 endgültig festgelegten EU-Strategie; mit den zugrunde gelegten jährlichen Absenkungsraten erreicht die EU im 2015 das 130-g CO<sub>2</sub>/km-Ziel. Die jährlichen Absenkungsraten entsprechen der vollumfänglichen Verwendung des jährlich zur Verfügung stehenden Innovationspotentials für die CO<sub>2</sub>-Reduktion, wie in Tabelle 1 spezifiziert.
- > CH\_REF: Dieses Szenario baut auf EU\_REF auf und nimmt an, dass die Importeure in der Schweiz zusätzlich angebotsseitig von 2009 bis inkl. 2015 jährlich –1% CO<sub>2</sub>-Reduktion erreichen können durch eine andere Gewichtung der Modellvarianten beim Import und eine andere Vermarktung der Angebotspalette. Nötig sind dazu zwar nicht zusätzliche antriebstechnische Verbesserungen, aber Änderungen der vom Konsumenten subjektiv wahrgenommenen Angebotspalette. Während in der EU die Basismotorisierungen viel verkauft werden und Sportversionen nur ein kleiner Teil der Nachfrage darstellen, ist es in der Schweiz oft umgekehrt. Dies (d.h. die höhere relative Leistung in der Schweiz) ist die Hauptursache für die höheren CO<sub>2</sub>-Emissionen in der Schweiz im Vergleich zur EU. Die zweite, weniger wichtige aber auch bedeutsame Ursache ist das höhere mittlere Leergewicht. Wie wir im nächsten Kapitel sehen werden, sind für die Erreichung des 130-g CO<sub>2</sub>/km-Ziels in der Schweiz im 2015 sowohl angebotsseitig das CH\_REF-Szenario notwendig als auch nachfrageseitig starke Preissignale.

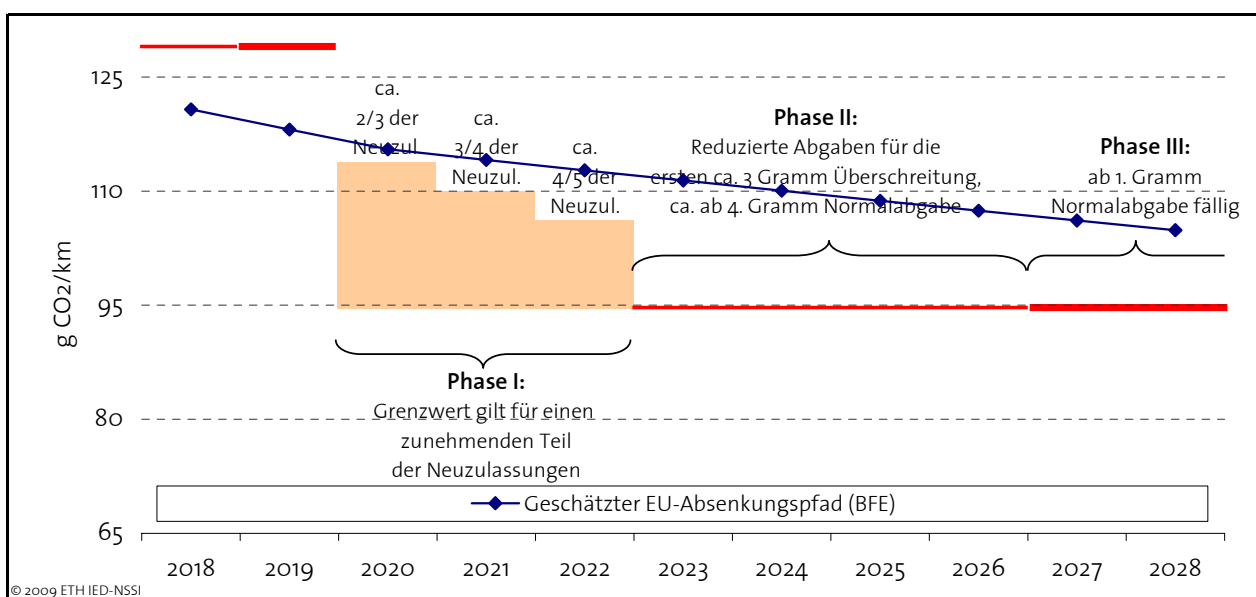
Die Figur 2 illustriert, wie das 130-g CO<sub>2</sub>/km-Ziel der EU-Strategie in 3 Phasen eingeführt wird (1. Phase: Das Ziel gilt nur für einen zunehmenden Teil der Neuzulassungen; 2. Phase: Das Ziel gilt für das Mittel über

sämtliche Neuzulassungen, aber für leichte Abweichungen vom Ziel um bis zu drei Gramm werden nur reduzierten Abgaben fällig; 3. Phase: Ab dem 1. Gramm Abweichung ist die volle Abgabehöhe fällig), und wie unter dem EU\_REF-Szenario das 130-g CO<sub>2</sub>/km-Ziel in der EU im 2015 erreicht würde.

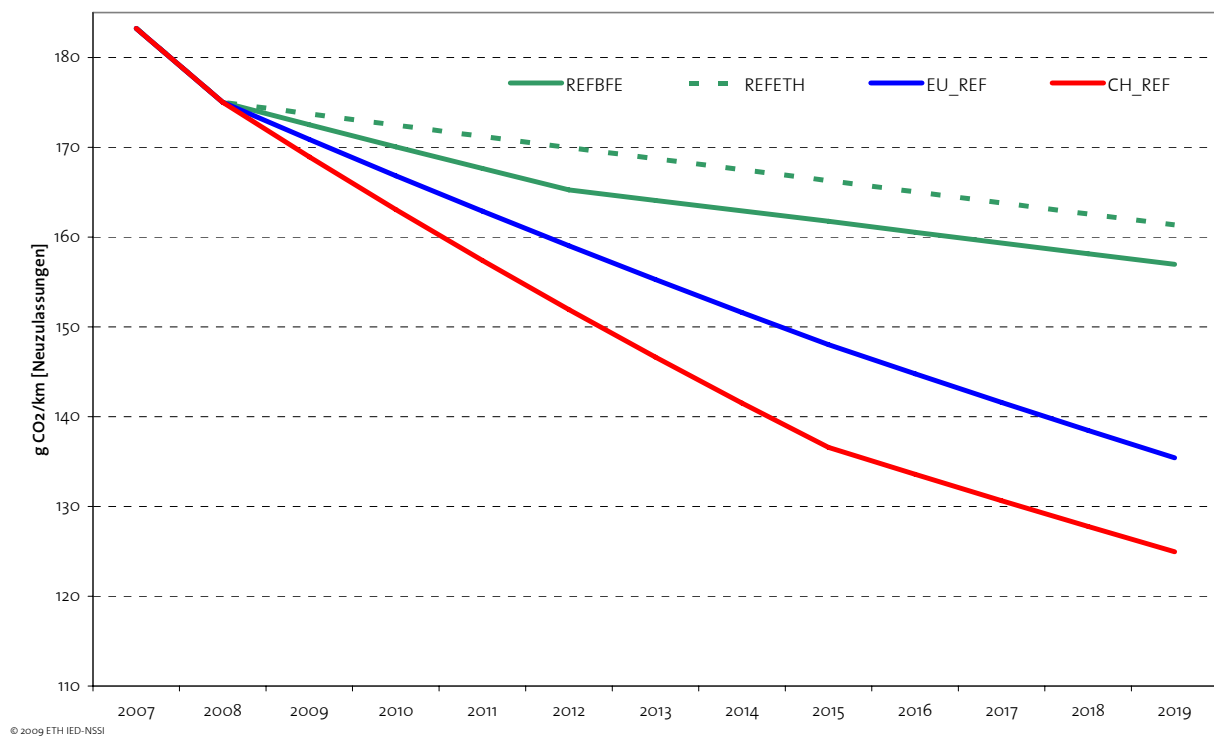


**Figur 2.** Phasenweise Einführung des 130-g CO<sub>2</sub>/km-Ziels sowie angenommener Verlauf der mittleren CO<sub>2</sub>-Emissionen der Neuzulassungen im EU-Raum (EU\_REF-Szenario).

Im Rahmen der EU-Strategie ist auch bereits das Ziel von 95 g CO<sub>2</sub>/km für das Jahr 2020 festgelegt, genauere Umsetzungsvorschriften dazu fehlen aber noch und sollen später beschlossen werden. Für ein hypothetisches, analoges dreiphasiges Vorgehen wie beim 130-g-CO<sub>2</sub>/km-Ziel, zeigt die Figur 3 die möglichen Phasen und den möglichen Verlauf der mittleren CO<sub>2</sub>-Emissionen. Ersichtlich ist, wie die für den vorliegenden Bericht getroffenen Annahmen zwar das 130-g-CO<sub>2</sub>/km-Ziel zu erreichen ermöglichen, nicht aber das 95-g-CO<sub>2</sub>/km-Ziel (in BAFU 2009 werden dazu zusätzliche Szenarien gebildet).



**Figur 3.** Hypothetische phasenweise Einführung des 95-g CO<sub>2</sub>/km-Ziels sowie angenommener Verlauf der mittleren CO<sub>2</sub>-Emissionen der Neuzulassungen im EU-Raum (EU\_REF-Szenario).



**Figur 4.** Verlauf der mittleren CO<sub>2</sub>-Emissionen der PW-Neuzulassungen in der Schweiz 2007–2019 (2007+2008: Marktdaten; ab 2009: Simulationsergebnisse *sim.car*) aufgrund angebotsseitiger Anpassungen.

Parameter	REFBFE 2015	REFETH 2015	EU_REF 2015	CH_REF 2015
Dieselanteil an Neuzulassungen (%)	32.13%	32.25%	29.59%	27.67%
Leergewicht, Mittel Neuzulass. (kg)	1649.5	1654.2	1492.6	1394.1
Hubraum, Mittel Neuzulass. (ccm)	2002.7	1999.0	2002.7	1991.0
Verbrauch, Mittel Neuzulassungen (L/100 km)	6.61	6.79	6.04	5.60
Verbrauch, Mittel Benzin-Neuzul. (L/100 km)	6.98	7.18	6.33	5.84
Verbrauch, Mittel Diesel-Neuzul. (L/100 km)	5.79	5.94	5.35	4.94
CO <sub>2</sub> (TARGA-Daten) (g/km)	161.8	166.3	148.0	136.6
KEEF-Umweltbelastung (Mt. Neuz.) (MUBP/km)	123.3	126.1	114.6	107.5
NO <sub>x</sub> , Mittel Neuzulassungen (g/km)	0.089	0.089	0.087	0.083
PM <sub>10</sub> , Mittel Neuzulassungen (mg/km)	0.76	0.76	0.70	0.68
Lärm, Mittel Neuzulassungen (dB(A))	72.1	72.1	72.1	72.1
Reduzierung CO <sub>2</sub> -Emission Neuzulassungen	0.0%	+2.8%	-8.5%	-15.6%

**Tabelle 9.** Kenngrößen der Neuzulassungen in der CH im 2015 unter den vier betrachteten angebotsseitigen Szenarien.

## 5. Simulationsresultate mit nachfrageseitigen Preissignalen

Im Folgenden präsentieren wir die Resultate für jene Fälle, in denen *zusätzlich* zu einem angenommenen Referenzszenario mit angebotsseitigem Absenkungspfad auch nachfrageseitige Preissignale verwendet werden. D.h. dass die Importeure in der Schweiz aus eigenem Antrieb über interne Mechanismen effiziente Autos verbilligen und Modelle mit hohem Verbrauch verteuern, um damit die staatlichen Abgaben zu vermeiden („Sanktionsmodell“, siehe Kapitel 3.3) bzw. dass solche Preissignale für alle einheitlich gelten („Zertifikatmodell“, siehe Kapitel 3.4).

Insgesamt werden 16 Fälle betrachtet: 2 angebotsseitigen Referenzszenarien (EU\_REF und CH\_REF), 2 Modelle (Sanktions- und Zertifikatmodell), Bezugspunkt für Preissignale entweder 130 oder 136 g CO<sub>2</sub>/km, und maximale interne Preise von CHF 140 (bzw. Zertifikatpreise von CHF 140) („Abgaben in der Schweiz in der Höhe der 1-fachen EU-Abgabe“) bzw. von CHF 280 („2-fache EU-Abgabe“).

Die höhere Wirkung des Zertifikatmodells im Vergleich zum Sanktionsmodell geht darauf zurück, dass beim Sanktionsmodell nur die Hersteller mit der grössten Distance-to-target die Preissignale in voller Höhe einsetzen, beim Zertifikatmodell gilt dies per definitionem für alle Hersteller.

### 5.1. Sanktionsmodell

Es werden vier Fälle betrachtet, je mit Sanktionszahlungen in 1-facher sowie in 2-facher Höhe der EU-Abgabe:

- > EU\_REF-Absenkungspfad, preisliche Anpassungen relativ zum Nullpunkt 130 gCO<sub>2</sub>/km;
- > EU\_REF-Absenkungspfad, preisliche Anpassungen relativ zum Nullpunkt 136 gCO<sub>2</sub>/km;
- > CH\_REF-Absenkungspfad, preisliche Anpassungen relativ zum Nullpunkt 130 gCO<sub>2</sub>/km;
- > CH\_REF-Absenkungspfad, preisliche Anpassungen relativ zum Nullpunkt 136 gCO<sub>2</sub>/km.

Für die Erklärung der Bedeutung der Nullpunkte (Pivotpunkte) siehe Kap. 3.3. Es zeigt sich, dass ein Pivotpunkt von 136 g leicht stärkere Nachfragereaktionen auslöst und deshalb zu tieferen CO<sub>2</sub>-Werten führt als ein Pivotpunkt bei 130 g.

Sanktionsmodell Parameter	2015 (Referenz)	EU-Absenkung, keine Abg.	EU-Absenkung, 1x Abg. 130g	EU-Absenkung, 2x Abg. 130g
Dieselanteil an Neuzulassungen (%)	32.25%	29.59%	33.50%	37.39%
Leergewicht, Mittel Neuzulass. (kg)	1654.2	1492.6	1487.9	1482.5
Hubraum, Mittel Neuzulass. (ccm)	1999.0	2002.7	1982.2	1965.6
Verbrauch, Mittel Neuzulassungen (L/100 km)	6.79	6.04	5.90	5.77
Verbrauch, Mittel Benzin-Neuzul. (L/100 km)	7.18	6.33	6.24	6.18
Verbrauch, Mittel Diesel-Neuzul. (L/100 km)	5.94	5.35	5.22	5.08
CO <sub>2</sub> (TARGA-Daten) (g/km)	166.3	148.0	145.0	142.1
KEEF-Umweltbelastung (Mt. Neuz.) (MUBP/km)	126.1	114.6	112.3	110.0
NOx, Mittel Neuzulassungen (g/km)	0.089	0.087	0.094	0.100
PMm, Mittel Neuzulassungen (mg/km)	0.76	0.70	0.76	0.81
Lärm, Mittel Neuzulassungen (dB(A))	72.1	72.1	72.1	72.1
Reduzierung CO <sub>2</sub> -Emission Neuzulassungen	0.0%	-11.0%	-12.8%	-14.5%
CO <sub>2</sub> -Effekt [1000 t] je Jahreskohorte (Total)**	0.0	-818.3	-954.5	-1081.7
Red.(-) / Erh. (+) MUBP Neuzulassungen	0.0%	-9.1%	-10.9%	-12.7%
Effekt [Mrd. MUBP] je Jahreskohorte (Total)**	+0.0	-515.2	-618.1	-718.6

**Tabelle 10.** Modellresultate mit Automarktsimulationsmodell *sim.car*, für Sanktionsmodell mit EU-Absenkungspfad und preislichen Anpassungen relativ zu 130 g CO<sub>2</sub>/km (Preissignale erreichen pro Gramm CO<sub>2</sub>/km maximal CHF 140 bzw. maximal CHF 280). Dargestellte 2015-Referenzszenarien sind REFETH (1. Datenspalte) bzw. EU\_REF (2. Datenspalte).

Sanktionsmodell Parameter	2015 (Referenz)	EU-Absenkung, keine Abg.	EU-Absenkung, 1x Abg. 136g	EU-Absenkung, 2x Abg. 136g
Dieselanteil an Neuzulassungen (%)	32.25%	29.59%	33.34%	37.19%
Leergewicht, Mittel Neuzulass. (kg)	1654.2	1492.6	1485.0	1475.4
Hubraum, Mittel Neuzulass. (ccm)	1999.0	2002.7	1977.4	1952.3
Verbrauch, Mittel Neuzulassungen (L/100 km)	6.79	6.04	5.89	5.74
Verbrauch, Mittel Benzin-Neuzul. (L/100 km)	7.18	6.33	6.23	6.15
Verbrauch, Mittel Diesel-Neuzul. (L/100 km)	5.94	5.35	5.21	5.05
CO <sub>2</sub> (TARGA-Daten) (g/km)	166.3	148.0	144.8	141.5
KEEF-Umweltbelastung (Mt. Neuz.) (MUBP/km)	126.1	114.6	112.1	109.5
NOx, Mittel Neuzulassungen (g/km)	0.089	0.087	0.094	0.100
PMm, Mittel Neuzulassungen (mg/km)	0.76	0.70	0.76	0.81
Lärm, Mittel Neuzulassungen (dB(A))	72.1	72.1	72.1	72.1
Reduzierung CO <sub>2</sub> -Emission Neuzulassungen	0.0%	-11.0%	-12.9%	-14.9%
CO <sub>2</sub> -Effekt [1000 t] je Jahreskohorte (Total)**	0.0	-818.3	-963.6	-1112.6
Red.(-) / Erh. (+) MUBP Neuzulassungen	0.0%	-9.1%	-11.1%	-13.1%
Effekt [Mrd. MUBP] je Jahreskohorte (Total)**	+0.0	-515.2	-624.4	-742.3

**Tabelle 11.** Modellresultate mit Automarktsimulationsmodell *sim.car*, für Sanktionsmodell mit EU-Absenkungspfad und preislichen Anpassungen relativ zu 136 g CO<sub>2</sub>/km (Preissignale erreichen pro Gramm CO<sub>2</sub>/km maximal CHF 140 bzw. maximal CHF 280). Dargestellte 2015-Referenzszenarien sind REFETH (1. Datenspalte) bzw. EU\_REF (2. Datenspalte).

Sanktionsmodell Parameter	2015 (Referenz)	CH-Absenkung keine Abg.	CH-Absenkung 1x Abg. 130g	CH-Absenkung 2x Abg. 130g
Dieselanteil an Neuzulassungen (%)	32.25%	27.67%	31.06%	34.70%
Leergewicht, Mittel Neuzulass. (kg)	1654.2	1394.1	1387.7	1380.4
Hubraum, Mittel Neuzulass. (ccm)	1999.0	1991.0	1968.5	1948.2
Verbrauch, Mittel Neuzulassungen (L/100 km)	6.79	5.60	5.47	5.35
Verbrauch, Mittel Benzin-Neuzul. (L/100 km)	7.18	5.84	5.76	5.69
Verbrauch, Mittel Diesel-Neuzul. (L/100 km)	5.94	4.94	4.81	4.67
CO <sub>2</sub> (TARGA-Daten) (g/km)	166.3	136.6	133.8	131.0
KEEF-Umweltbelastung (Mt. Neuz.) (MUBP/km)	126.1	107.5	105.3	103.2
NO <sub>x</sub> , Mittel Neuzulassungen (g/km)	0.089	0.083	0.089	0.095
PM <sub>10</sub> , Mittel Neuzulassungen (mg/km)	0.76	0.68	0.73	0.78
Lärm, Mittel Neuzulassungen (dB(A))	72.1	72.1	72.1	72.0
Reduzierung CO <sub>2</sub> -Emission Neuzulassungen	0.0%	-17.9%	-19.5%	-21.2%
CO <sub>2</sub> -Effekt [1000 t] je Jahreskohorte (Total)**	0.0	-1330.7	-1455.6	-1579.1
Red.(-) / Erh. (+) MUBP Neuzulassungen	0.0%	-14.8%	-16.4%	-18.2%
Effekt [Mrd. MUBP] je Jahreskohorte (Total)**	+0.0	-833.3	-928.2	-1025.5

**Tabelle 12.** Modellresultate mit Automarktsimulationsmodell *sim.car*, für Sanktionsmodell mit CH-Absenkungspfad und preislichen Anpassungen relativ zu 130 g CO<sub>2</sub>/km. (Preissignale erreichen pro Gramm CO<sub>2</sub>/km maximal CHF 140 bzw. maximal CHF 280). Dargestellte 2015-Referenzszenarien sind REFETH (1. Datenspalte) bzw. EU\_REF (2. Datenspalte).

Sanktionsmodell Parameter	2015 (Referenz)	CH-Absenkung, keine Abg.	CH-Absenkung, 1x Abg. 136g	CH-Absenkung, 2x Abg. 136g
Dieselanteil an Neuzulassungen (%)	32.25%	27.67%	30.78%	34.78%
Leergewicht, Mittel Neuzulass. (kg)	1654.2	1394.1	1384.3	1373.1
Hubraum, Mittel Neuzulass. (ccm)	1999.0	1991.0	1962.6	1933.2
Verbrauch, Mittel Neuzulassungen (L/100 km)	6.79	5.60	5.46	5.32
Verbrauch, Mittel Benzin-Neuzul. (L/100 km)	7.18	5.84	5.74	5.66
Verbrauch, Mittel Diesel-Neuzul. (L/100 km)	5.94	4.94	4.80	4.65
CO <sub>2</sub> (TARGA-Daten) (g/km)	166.3	136.6	133.6	130.3
KEEF-Umweltbelastung (Mt. Neuz.) (MUBP/km)	126.1	107.5	105.2	102.6
NO <sub>x</sub> , Mittel Neuzulassungen (g/km)	0.089	0.083	0.088	0.095
PM <sub>10</sub> , Mittel Neuzulassungen (mg/km)	0.76	0.68	0.72	0.77
Lärm, Mittel Neuzulassungen (dB(A))	72.1	72.1	72.0	72.0
Reduzierung CO <sub>2</sub> -Emission Neuzulassungen	0.0%	-17.9%	-19.7%	-21.6%
CO <sub>2</sub> -Effekt [1000 t] je Jahreskohorte (Total)**	0.0	-1330.7	-1465.7	-1612.1
Red.(-) / Erh. (+) MUBP Neuzulassungen	0.0%	-14.8%	-16.6%	-18.6%
Effekt [Mrd. MUBP] je Jahreskohorte (Total)**	+0.0	-833.3	-936.3	-1049.9

**Tabelle 13.** Modellresultate mit Automarktsimulationsmodell *sim.car*, für Sanktionsmodell mit CH-Absenkungspfad und preislichen Anpassungen relativ zu 136 g CO<sub>2</sub>/km (Preissignale erreichen pro Gramm CO<sub>2</sub>/km maximal CHF 140 bzw. maximal CHF 280). Dargestellte 2015-Referenzszenarien sind REFETH (1. Datenspalte) bzw. EU\_REF (2. Datenspalte).

## 5.2. Zertifikatmodell

Es werden vier Fälle betrachtet, je mit Zertifikatpreisen in 1-facher sowie in 2-facher Höhe der EU-Abgabe:

- > EU\_REF-Absenkungspfad, Zertifikathandel relativ zum Nullpunkt 130 gCO<sub>2</sub>/km;
- > EU\_REF-Absenkungspfad, Zertifikathandel relativ zum Nullpunkt 136 gCO<sub>2</sub>/km;
- > CH\_REF-Absenkungspfad, Zertifikathandel relativ zum Nullpunkt 130 gCO<sub>2</sub>/km;
- > CH\_REF-Absenkungspfad, Zertifikathandel relativ zum Nullpunkt 136 gCO<sub>2</sub>/km.

Für die bessere Vergleichbarkeit mit den Szenarien zum Sanktionsmodell wurden hier Zertifikatpreise in 1-facher und 2-facher Höhe der EU-Abgabe gerechnet. Letzteres führt im Falle des CH\_REF-Absenkungspfades gar zu einem Unterschreiten des 130-g-Ziels. Um innerhalb der gewählten Annahmen exakt zielführend zu sein, müssten die Zertifikatpreise also zwischen 1- und 2-facher EU-Abgabe festgelegt werden.

Für die Erklärung der Bedeutung der Nullpunkte (Pivotpunkte) siehe Kap. 3.4. Es zeigt sich, dass ein Pivotpunkt von 136 g leicht stärkere Nachfragereaktionen auslöst und deshalb zu tieferen CO<sub>2</sub>-Werten führt als ein Pivotpunkt bei 130 g.

Zertifikatsystem Parameter	2015 (Referenz)	EU-Absenkung, keine Zert.	EU-Absenkung, CHF140/g; 130g	EU-Absenkung, CH 280/g; 130g
Dieselanteil an Neuzulassungen (%)	32.25%	29.59%	32.18%	34.99%
Leergewicht, Mittel Neuzulass. (kg)	1654.2	1492.6	1462.1	1427.3
Hubraum, Mittel Neuzulass. (ccm)	1999.0	2002.7	1945.5	1887.3
Verbrauch, Mittel Neuzulassungen (L/100 km)	6.79	6.04	5.83	5.60
Verbrauch, Mittel Benzin-Neuzul. (L/100 km)	7.18	6.33	6.13	5.94
Verbrauch, Mittel Diesel-Neuzul. (L/100 km)	5.94	5.35	5.17	4.95
CO <sub>2</sub> (TARGA-Daten) (g/km)	166.3	148.0	143.0	137.7
KEEF-Umweltbelastung (Mt. Neuz.) (MUBP/km)	126.1	114.6	110.8	106.8
NO <sub>x</sub> , Mittel Neuzulassungen (g/km)	0.089	0.087	0.091	0.094
PM <sub>10</sub> , Mittel Neuzulassungen (mg/km)	0.76	0.70	0.72	0.74
Lärm, Mittel Neuzulassungen (dB(A))	72.1	72.1	72.1	72.0
Reduzierung CO <sub>2</sub> -Emission Neuzulassungen	0.0%	-11.0%	-14.0%	-17.2%
CO <sub>2</sub> -Effekt [1000 t] je Jahreskohorte (Total)**	0.0	-818.3	-1042.8	-1280.0
Red.(-) / Erh. (+) MUBP Neuzulassungen	0.0%	-9.1%	-12.1%	-15.2%
Effekt [Mrd. MUBP] je Jahreskohorte (Total)**	+0.0	-515.2	-683.6	-861.2

**Tabelle 14.** Modellresultate mit Automarktsimulationsmodell *sim.car*, für Zertifikatmodell mit EU-Absenkungspfad und preislichen Anpassungen relativ zu 130 g CO<sub>2</sub>/km (Zertifikatpreise von CHF 140 bzw. CHF 280). Dargestellte 2015-Referenzszenarien sind REFETH (1. Datenspalte) bzw. EU\_REF (2. Datenspalte).



Zertifikatsystem Parameter	2015 (Referenz)	EU-Absenkung, keine Zert.	EU-Absenkung, CHF140/g; 136g	EU-Absenkung, CH 280/g; 136g
Dieselanteil an Neuzulassungen (%)	32.25%	29.59%	31.84%	34.51%
Leergewicht. Mittel Neuzulass. (kg)	1654.2	1492.6	1457.4	1412.8
Hubraum, Mittel Neuzulass. (ccm)	1999.0	2002.7	1937.5	1864.6
Verbrauch, Mittel Neuzulassungen (L/100 km)	6.79	6.04	5.81	5.55
Verbrauch, Mittel Benzin-Neuzul. (L/100 km)	7.18	6.33	6.11	5.88
Verbrauch, Mittel Diesel-Neuzul. (L/100 km)	5.94	5.35	5.16	4.91
CO <sub>2</sub> (TARGA-Daten) (g/km)	166.3	148.0	142.6	136.5
KEEF-Umweltbelastung (Mt. Neuz.) (MUBP/km)	126.1	114.6	110.5	105.9
NO <sub>x</sub> , Mittel Neuzulassungen (g/km)	0.089	0.087	0.090	0.093
PM <sub>10</sub> , Mittel Neuzulassungen (mg/km)	0.76	0.70	0.71	0.73
Lärm, Mittel Neuzulassungen (dB(A))	72.1	72.1	72.1	72.0
Reduzierung CO <sub>2</sub> -Emission Neuzulassungen	0.0%	-11.0%	-14.2%	-17.9%
CO <sub>2</sub> -Effekt [1000 t] je Jahreskohorte (Total)**	0.0	-818.3	-1060.3	-1336.4
Red.(-) / Erh. (+) MUBP Neuzulassungen	0.0%	-9.1%	-12.3%	-16.0%
Effekt [Mrd. MUBP] je Jahreskohorte (Total)**	+0.0	-515.2	-696.3	-901.5

**Tabelle 15.** Modellresultate mit Automarktsimulationsmodell *sim.car*, für Zertifikatmodell mit EU-Absenkungspfad und preislichen Anpassungen relativ zu 136 g CO<sub>2</sub>/km (Zertifikatpreise von CHF 140 bzw. CHF 280). Dargestellte 2015-Referenzszenarien sind REFETH (1. Datenspalte) bzw. EU\_REF (2. Datenspalte).

Zertifikatsystem Parameter	2015 (Referenz)	CH-Absenkung, keine Zert.	CH-Absenkung, CHF140/g; 130g	CH-Absenkung, CH 280/g; 130g
Dieselanteil an Neuzulassungen (%)	32.25%	27.67%	29.67%	32.23%
Leergewicht. Mittel Neuzulass. (kg)	1654.2	1394.1	1360.5	1318.2
Hubraum, Mittel Neuzulass. (ccm)	1999.0	1991.0	1926.3	1851.3
Verbrauch, Mittel Neuzulassungen (L/100 km)	6.79	5.60	5.39	5.15
Verbrauch, Mittel Benzin-Neuzul. (L/100 km)	7.18	5.84	5.65	5.43
Verbrauch, Mittel Diesel-Neuzul. (L/100 km)	5.94	4.94	4.76	4.53
CO <sub>2</sub> (TARGA-Daten) (g/km)	166.3	136.6	131.7	126.0
KEEF-Umweltbelastung (Mt. Neuz.) (MUBP/km)	126.1	107.5	103.8	99.6
NO <sub>x</sub> , Mittel Neuzulassungen (g/km)	0.089	0.083	0.086	0.089
PM <sub>10</sub> , Mittel Neuzulassungen (mg/km)	0.76	0.68	0.69	0.70
Lärm, Mittel Neuzulassungen (dB(A))	72.1	72.1	72.0	71.9
Reduzierung CO <sub>2</sub> -Emission Neuzulassungen	0.0%	-17.9%	-20.8%	-24.2%
CO <sub>2</sub> -Effekt [1000 t] je Jahreskohorte (Total)**	0.0	-1330.7	-1548.6	-1802.7
Red.(-) / Erh. (+) MUBP Neuzulassungen	0.0%	-14.8%	-17.6%	-21.0%
Effekt [Mrd. MUBP] je Jahreskohorte (Total)**	+0.0	-833.3	-995.7	-1186.0

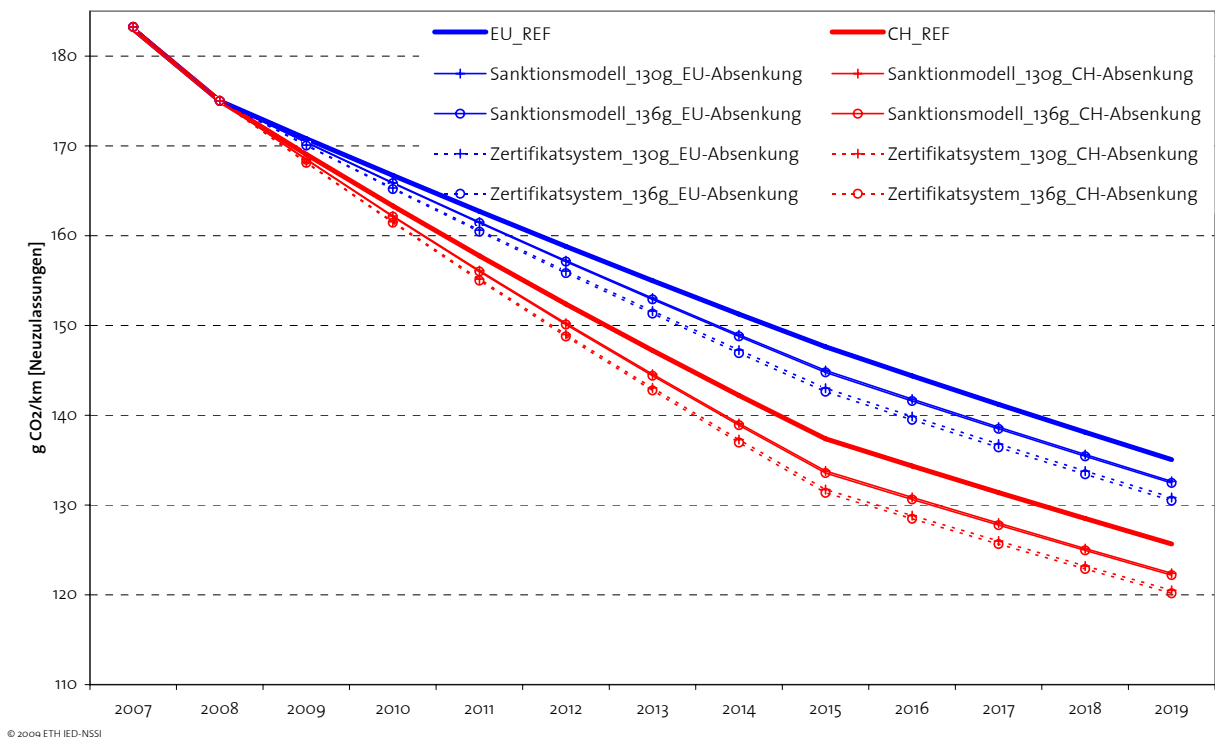
**Tabelle 16.** Modellresultate mit Automarktsimulationsmodell *sim.car*, für Zertifikatmodell mit CH-Absenkungspfad und preislichen Anpassungen relativ zu 130 g CO<sub>2</sub>/km (Zertifikatpreise von CHF 140 bzw. CHF 280). Dargestellte 2015-Referenzszenarien sind REFETH (1. Datenspalte) bzw. EU\_REF (2. Datenspalte).

Zertifikatsystem Parameter	2015 (Referenz)	CH-Absenkung, keine Zert.	CH-Absenkung, CHF140/g; 136g	CH-Absenkung, CH 280/g; 136g
Dieselanteil an Neuzulassungen (%)	32.25%	27.67%	29.51%	32.02%
Leergewicht, Mittel Neuzulass. (kg)	1654.2	1394.1	1356.3	1303.1
Hubraum, Mittel Neuzulass. (ccm)	1999.0	1991.0	1918.5	1824.0
Verbrauch, Mittel Neuzulassungen (L/100 km)	6.79	5.60	5.38	5.09
Verbrauch, Mittel Benzin-Neuzul. (L/100 km)	7.18	5.84	5.63	5.36
Verbrauch, Mittel Diesel-Neuzul. (L/100 km)	5.94	4.94	4.75	4.48
CO <sub>2</sub> (TARGA-Daten) (g/km)	166.3	136.6	131.4	124.6
KEEF-Umweltbelastung (Mt. Neuz.) (MUBP/km)	126.1	107.5	103.5	98.6
NO <sub>x</sub> , Mittel Neuzulassungen (g/km)	0.089	0.083	0.085	0.088
PM <sub>10</sub> , Mittel Neuzulassungen (mg/km)	0.76	0.68	0.68	0.69
Lärm, Mittel Neuzulassungen (dB(A))	72.1	72.1	72.0	71.9
Reduzierung CO <sub>2</sub> -Emission Neuzulassungen	0.0%	-17.9%	-21.0%	-25.0%
CO <sub>2</sub> -Effekt [1000 t] je Jahreskohorte (Total)**	0.0	-1330.7	-1564.9	-1865.4
Red.(-) / Erh. (+) MUBP Neuzulassungen	0.0%	-14.8%	-17.9%	-21.8%
Effekt [Mrd. MUBP] je Jahreskohorte (Total)**	+0.0	-833.3	-1009.2	-1231.5

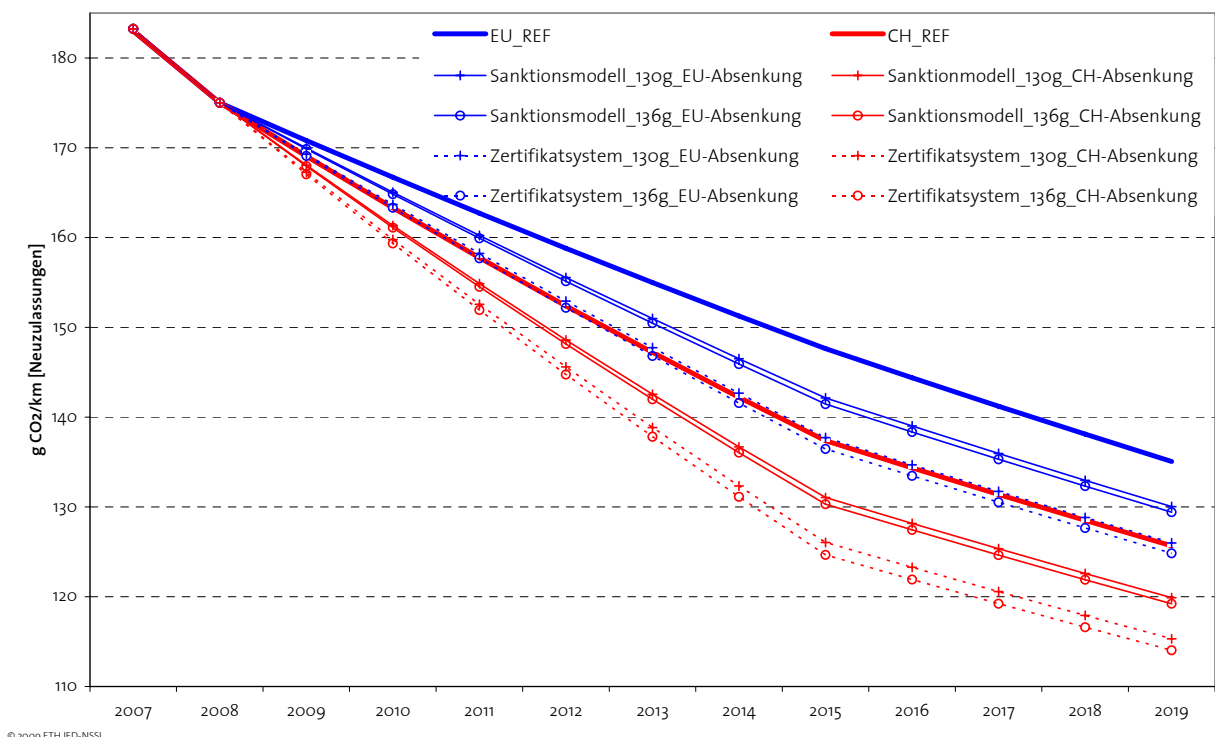
**Tabelle 17.** Modellresultate mit Automarktsimulationsmodell *sim.car*, für Zertifikatmodell mit CH-Absenkungspfad und preislichen Anpassungen relativ zu 136 g CO<sub>2</sub>/km (Zertifikatpreise von CHF 140 bzw. CHF 280). Dargestellte 2015-Referenzszenarien sind REFETH (1. Datenspalte) bzw. EU\_REF (2. Datenspalte).

### 5.3. Graphische Darstellung

Im Folgenden zeigen wir die zeitlichen Verläufe der CO<sub>2</sub>-Emissionen der PW-Neuzulassungen in der Schweiz 2007–2019. Die 16 Fälle der vorangehenden Kapitel 5.1 und 5.2 werden zusammengefasst in zwei Abbildungen, Figur 5 mit allen Fällen mit einfacher Abgabehöhe (Sanktionsmodell: Interne Verbilligungen erreicht max. CHF 140 für jene Hersteller mit maximaler Distance-to-target; Zertifikatmodell: Zertifikatpreis von CHF 140 je Gramm CO<sub>2</sub>/km), Figur 6 mit den Fällen mit zweifacher Abgabehöhe.



**Figur 5.** Verlauf der mittleren CO<sub>2</sub>-Emissionen der PW-Neuzulassungen in der Schweiz 2007–2019 (2007+2008: Marktdaten; ab 2009: Simulationsresultate *sim.car*) aufgrund angebotsseitiger Anpassungen (blau: EU\_REF, rot: CH\_REF) und nachfrageseitiger Preissignale in 1-facher Höhe der EU-Abgabe.



**Figur 6.** Verlauf der mittleren CO<sub>2</sub>-Emissionen der PW-Neuzulassungen in der Schweiz 2007–2019 (2007+2008: Marktdaten; ab 2009: Simulationsresultate *sim.car*) aufgrund angebotsseitiger Anpassungen (blau: EU\_REF, rot: CH\_REF) und nachfrageseitiger Preissignale in 2-facher Höhe der EU-Abgabe.

## 6. Diskussion und Empfehlung

### 6.1. Diskussion der Hauptresultate

Die vorhergesagte mittlere CO<sub>2</sub>-Emission der CH-Neuzulassungen im 2015 für die simulierten Fälle, für einfache, anderthalbfache sowie zweifache Abgabehöhe analog zur EU, ist in untenstehender Tabelle zusammengefasst.

Vollzugsmodell	"Nullpunkt" f. Preissignal	Absenkungspfad	2015 Referenz	nur Absenkung	inkl. Preissignal		
					1-fach	2-fach	1.5-fach
Sanktionsmodell	130 g	EU_REF	166.3	148.0	145.0	142.1	143.6
		CH_REF	166.3	136.6	133.8	131.0	132.4
	136 g	EU_REF	166.3	148.0	144.8	141.5	143.0
		CH_REF	166.3	136.6	133.6	130.3	132.0
Zertifikatsystem	130 g	EU_REF	166.3	148.0	143.0	137.7	140.4
		CH_REF	166.3	136.6	131.7	126.0	129.1
	136 g	EU_REF	166.3	148.0	142.6	136.5	139.7
		CH_REF	166.3	136.6	131.4	124.6	128.2

**Tabelle 18.** CO<sub>2</sub>-Emission der CH-Neuzulassungen 2015 in den verschiedenen Varianten. 2015-Referenzszenarien sind REFETH („2015 Referenz“) und EU\_REF bzw. CH\_REF (2. Datenspalte, „nur Absenkung“).

Vollzugsmodell	"Nullpunkt" f. Preissignale	Absenkungspfad	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Sanktionsmodell	130 g	EU_REF	183.2	175.0	170.4	165.9	161.5	157.2	153.0	149.0	145.0	141.8	138.7	135.6	132.6
		CH_REF	183.2	175.0	168.5	162.2	156.1	150.2	144.6	139.1	133.8	130.8	128.0	125.2	122.4
	136 g	EU_REF	183.2	175.0	170.4	165.8	161.4	157.1	152.9	148.8	144.8	141.6	138.5	135.4	132.5
		CH_REF	183.2	175.0	168.4	162.1	156.0	150.1	144.4	138.9	133.6	130.6	127.8	124.9	122.2
Zertifikatsystem	130 g	EU_REF	183.2	175.0	170.1	165.3	160.6	156.1	151.6	147.3	143.0	139.9	136.8	133.8	130.8
		CH_REF	183.2	175.0	168.2	161.5	155.2	149.0	143.0	137.3	131.7	128.8	126.0	123.2	120.5
	136 g	EU_REF	183.2	175.0	170.0	165.2	160.4	155.8	151.3	146.9	142.6	139.5	136.4	133.4	130.5
		CH_REF	183.2	175.0	168.1	161.4	155.0	148.8	142.8	137.0	131.4	128.5	125.6	122.9	120.2

**Tabelle 19.** Zeitverlauf 2007–2019 der verschiedenen Varianten. Die Spalte 2015 ist identisch mit der Spalte inkl. Preissignal, 1-fach“ der Tabelle 18.

Vollzugsmodell	"Nullpunkt" f. Preissignale	Absenkungspfad	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Sanktionsmodell	130 g	EU_REF	183.2	175.0	170.2	165.5	160.9	156.4	152.0	147.7	143.6	140.4	137.3	134.3	131.4
		CH_REF	183.2	175.0	168.3	161.8	155.5	149.4	143.5	137.9	132.4	129.5	126.6	123.8	121.1
	136 g	EU_REF	183.2	175.0	170.1	165.3	160.6	156.1	151.6	147.2	143.0	139.9	136.8	133.8	130.8
		CH_REF	183.2	175.0	168.2	161.6	155.3	149.2	143.3	137.5	132.0	129.1	126.3	123.5	120.8
Zertifikatsystem	130 g	EU_REF	183.2	175.0	169.7	164.5	159.5	154.5	149.7	145.0	140.4	137.3	134.3	131.4	128.5
		CH_REF	183.2	175.0	167.7	160.7	153.9	147.4	141.1	135.0	129.1	126.2	123.4	120.7	118.1
	136 g	EU_REF	183.2	175.0	169.6	164.3	159.1	154.1	149.2	144.3	139.7	136.6	133.6	130.6	127.8
		CH_REF	183.2	175.0	167.6	160.5	153.6	146.9	140.5	134.2	128.2	125.4	122.6	119.9	117.3

**Tabelle 20.** Zeitverlauf 2007–2019 der verschiedenen Varianten. Die Spalte 2015 ist identisch mit der Spalte inkl. Preissignal, 1.5-fach“ der Tabelle 18.

Vollzugsmodell	"Nullpunkt" f. Preissignale	Absenkungspfad	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Sanktionsmodell	130 g	EU_REF	183.2	175.0	170.0	165.0	160.2	155.5	151.0	146.5	142.1	139.0	136.0	133.0	130.0
		CH_REF	183.2	175.0	168.0	161.3	154.8	148.6	142.5	136.7	131.0	128.2	125.3	122.6	119.9
	136 g	EU_REF	183.2	175.0	169.9	164.8	159.9	155.1	150.5	145.9	141.5	138.3	135.3	132.3	129.4
		CH_REF	183.2	175.0	167.9	161.1	154.5	148.1	142.0	136.0	130.3	127.4	124.6	121.9	119.2
Zertifikatsystem	130 g	EU_REF	183.2	175.0	169.3	163.7	158.2	152.9	147.7	142.7	137.7	134.7	131.7	128.8	126.0
		CH_REF	183.2	175.0	167.3	159.8	152.6	145.6	138.8	132.3	126.0	123.3	120.6	117.9	115.3
	136 g	EU_REF	183.2	175.0	169.1	163.3	157.7	152.2	146.8	141.6	136.5	133.5	130.5	127.6	124.8
		CH_REF	183.2	175.0	167.0	159.3	151.9	144.7	137.8	131.1	124.6	121.9	119.2	116.6	114.0

**Tabelle 21.** Zeitverlauf 2007–2019 der verschiedenen Varianten. Die Spalte 2015 ist identisch mit der Spalte inkl. Preissignal, 2-fach“ der Tabelle 18.

## 6.2. Empfehlung

Die Simulationsergebnisse zeigen, dass der CH-Absenkungspfad (welches von der Annahme ausgeht, dass die Schweizer Importeure mit zusätzlichen angebotsseitigen Marketinganpassungen eine Absenkung des mittleren Leergewichts und der mittleren Motorleistung erwirken) für die Zielerreichung bis 2015 zwingend notwendig wäre, nicht aber für die Zielerreichung bis ca. 2019. Die Simulationsergebnisse zeigen auch eine leicht höhere Wirksamkeit (bei gleichem Preisanreiz) für Zertifikatsysteme im Vergleich zum Sanktionsmodell. Wie eingangs von Kap. 5 erwähnt, ist dieser Unterschied darin begründet, dass in den vorliegenden Simulationen im Sanktionsmodell nur die Hersteller mit der grössten Distance-to-target Preissignale in Höhe der maximalen Abgabehöhe einsetzen, während dieser im Zertifikatmodell für alle Hersteller gilt. Im Mittel werden also in den Simulationen für das Zertifikatmodell leicht grössere Preissignale gesetzt als im Sanktionsmodell.

Geht die Schweiz davon aus, dass die Schweizer Importeure über zusätzliche Spielräume verfügen, um *angebotsseitig* das vom Konsumenten subjektiv wahrgenommene Angebot an Neuwagenmodellvarianten mittels Marketingmassnahmen hin zu weniger leistungsstarken Modellen zu bewegen, so dass die jährliche angebotsseitige Reduktion –3.4% erreicht (statt im EU-Raum –2.4%), und wird ausserdem von Abgabehöhen ausgegangen, welche etwa doppelt so hoch wären wie in der EU, so wäre die Erreichung des EU-Ziels von 130 g CO<sub>2</sub>/km im 2015 möglich. Damit könnte die Schweiz, wenn diese Voraussetzungen als gegeben betrachtet werden, die EU-Ziele unverändert (aber mit doppelten Abgabehöhen) übernehmen. Weil aber die CO<sub>2</sub>-Emissionen 2008 in der Schweiz 175 g CO<sub>2</sub>/km betrugen, in der EU geschätzte 152–153, und dieser Bericht davon ausgeht, dass die EU pünktlich im 2015 ihr Ziel erreichen wird, aber nicht früher, ist die Reduktion dieses gesamten Unterschieds auf Null bis 2015 ambitioniert. In Betracht zu ziehen ist deshalb eine zeitliche Erstreckung der Ziele. Die Tabelle 22 zeigt eine entsprechende mögliche Umsetzung des Sanktionsmodells für die Schweiz. Die Tabelle 23 zeigt eine vergleichbare mögliche Umsetzung eines Zertifikatsystems für die Schweiz. Beide Vollzugsmodelle entsprechen einem Zielpfad, das 130-g CO<sub>2</sub>/km-Ziel ca. im Jahre 2017/2018 zu erreichen.

EU-Modell								
Jahr	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Zielgrösse	beste 65% der Flotte	beste 75% der Flotte	beste 80% der Flotte	100% der Flotte				
Ziel	130 g CO <sub>2</sub> /km							
Abgabe	1. Gramm €5, 2. Gramm @15, 3. Gramm €25, ab 4. Gramm €95 je Gramm							ab 1. Gramm €95 je g
Sanktionsmodell (EU-Modell für die Schweiz)								
Jahr	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Zielgrösse	beste 45% der Flotte	beste 55% der Flotte	beste 65% der Flotte	beste 75% der Flotte	beste 80% der Flotte	100% der Flotte		
Ziel	130 g CO <sub>2</sub> /km							
Abgabe	1. Gramm €5, 2. Gramm @15, 3. Gramm €25, ab 4. Gramm €95 je Gramm							ab 1. Gramm €95 je g

Tabelle 22. Mögliche Umsetzung des Sanktionsmodells in der Schweiz.

Zertifikatsystem für die Schweiz								
<b>Jahr</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>
<b>Ziel</b>	158	153.5	149	145	141	137	133.5	130
<b>Zertifikatspreis</b>	Bildet sich am Markt, prognostiziert max. € 95/g							

Tabelle 23. Mögliche Ausgestaltung Zertifikatsystem für die Schweiz (mit vergleichbarem Absenkungspfad und vergleichbaren prognostizierten Preissignalen wie beim Sanktionsmodell).

## 7. Weitere Themen

### 7.1. Massnahmen zur Erreichung von weiteren 10 gCO<sub>2</sub>/km Einsparung

Bei der Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen der PKW ist zu trennen zwischen dem Normverbrauch einerseits und dem Realverbrauch andererseits. Auf Seiten des Realverbrauchs ist ausserdem zu unterscheiden zwischen fahrzeuggebundene Reduktionspotentiale und vom Nutzerverhalten abhängige Reduktionspotentiale.

Die EU-Strategie konzentriert sich primär auf die Zielgrösse der CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Fahrzeugkilometer, gemessen im Typenprüfverfahren, welches auf einen Normfahrzyklus basiert (Normverbrauch). Kompensierend darf ein Hersteller auch in einem Umfang von max. 7 g CO<sub>2</sub>/km so genannte „Ökoinnovationen“ sich zertifizieren und anrechnen lassen, welche nicht im Normverbrauch zur Geltung kommen, aber fahrzeuggebundene Reduktionspotentiale, welche sich im Realverbrauch manifestieren, darstellen. Darüber hinaus sollen weiter 10 g CO<sub>2</sub>/km Reduktion erreicht werden mittels vom Nutzerverhalten abhängigen Reduktionspotentialen.

Der Normverbrauch ist jener Verbrauch, den die Hersteller gemäss genau definierten Messverfahren ermitteln und angeben müssen. Wie bei anderen standardisierten Messverfahren kann der Normverbrauch deshalb vom Treibstoffverbrauch im Alltag (Realverbrauch) abweichen. Der Normverbrauch ist aber trotzdem eine gute Vergleichsgrösse: Das Auto mit dem niedrigeren Normverbrauch wird auch im Alltag den niedrigeren Treibstoffverbrauch aufweisen.

Das standardisierte Messverfahren basiert auf einem Fahrzyklus. Der in einer EU-Richtlinie genormte Neue Europäische Fahr-Zyklus (NEFZ) wird im Labor auf einem Rollenprüfstand gefahren, englisch heisst er New European Driving Cycle (NEDC). Er enthält 780 Sekunden Innerorts- und 400 Sekunden Ausserorts-Anteil. Der NEFZ ist ein künstlicher Zyklus mit vielen Leerlaufphasen und einer Maximalgeschwindigkeit von 120 km/h, welche nur während weniger Sekunden erreicht wird. Mit ihm wird der Normverbrauch ermittelt.

Der Treibstoffverbrauch im Alltag (Realverbrauch) unterscheidet sich meist vom Normverbrauch. Mögliche Gründe sind das Mitführen von Gepäck, die Montage von Dachträgern oder Spoilern, das Mitführen von weiteren Passagieren neben dem Fahrer, eine Fahrweise, die von der Ecodrive-Fahrweise abweicht, sowie ein nicht optimaler Zustand des Fahrzeugs (schlechte Schmierölqualität, niedriger Reifendruck). Auch elektrische Verbraucher wie die Klimaanlage, die Scheinwerfer und die Musikanlage erhöhen den Treibstoffverbrauch markant.

In der Regel werden die folgenden vom Nutzerverhalten abhängige CO<sub>2</sub>-Reduktionspotentiale unterschieden:

- > Ecodrive: Fahrweise, die den Treibstoffverbrauch um 20 bis 30% senkt. Die wichtigsten Grundregeln: Zügig mit zu drei Viertel betätigtem Gaspedal beschleunigen, tiefe Gänge und hohe Touren meiden sowie gleichmässig und vorausschauend fahren.
- > Gewicht: Eine gängige Faustregel lautet, dass 100 Kilogramm Gepäck zu einem Anstieg des Treibstoffverbrauchs um 0.5 Liter pro 100 km führen.
- > Klimaanlage: Bei sommerlichen Temperaturen nimmt der Benzinverbrauch bei Fahrten in Städten mit eingeschalteter Klimaanlage um bis zu 30% zu. Auf der Autobahn sind es bis zu 13%.
- > Leichtlaufreifen: Mit dem Wechsel auf Leichtlaufreifen kann der Treibstoffverbrauch um bis zu 8% reduziert werden. Darüber hinaus verursachen sie bis zu 50% weniger Lärm als herkömmliche Reifen.
- > Luftwiderstand: Zusätzlicher Luftwiderstand erhöht den Treibstoffverbrauch um bis zu 39%. Vor allem Gepäckboxen und Skiträger, aber auch Spoiler sowie offene Fenster führen zu höherem Verbrauch.
- > Reifendruck: Ein halbes Bar zu wenig Druck in den Reifen erhöht den Rollwiderstand und damit den Spritverbrauch um bis zu 5%. Durch zu niedrigen Druck sinkt auch die Lebensdauer des Reifens und die

Sicherheit beim Bremsen nimmt ab. Deshalb einmal pro Monat den Reifendruck prüfen und zwar immer mit kalten Reifen.

- › Wartung: Eine regelmässige Wartung des Fahrzeugs vermindert den Treibstoffverbrauch. Verstopfte Luftfilter, verbrauchte Zündkerzen und zu geringer Reifendruck sind Spritfresser. Darüber hinaus können ein verschmutztes Ölfilter und verbrauchtes, verschmutztes Motoröl den Motor schädigen.

## 7.2. Reboundeffekte

Als Reboundeffekt wird jene Nachfrageausweitung verstanden, welche durch eine gesteigerte Energieeffizienz induziert wurde. Wenn Konsumenten eine höhere Kaufkraft erlangen und damit grössere Autos kaufen, ist dies kein Reboundeffekt (an der Energieeffizienz der Autos hat sich nichts geändert), sondern ein allgemeiner Wachstumseffekt. Wenn aber die Nachfrage nach einem Gut oder einer Dienstleistung, bei gleichbleibender Kaufkraft, ansteigt sobald eine energieeffizientere Technologie zur Verfügung steht, wird dies als Reboundeffekt bezeichnet. Bei Autos kann die Nachfrageausweitung drei verschiedene Ausprägungen haben: Grössere Autos, mehr Autos pro Einwohner (höherer Motorisierungsgrad), oder mehr Fahrzeugkilometer. Die erhöhte Nachfrage nach „mehr Auto“ wird als direkten Reboundeffekt bezeichnet. Die durch erhöhte Energieeffizienz reduzierten Energiekosten können aber auch in andere Güter oder Dienstleistungen investiert werden, welche ihrerseits zur Bereitstellung Energie erfordern (indirekter Reboundeffekt). Diese indirekten Effekte werden hier aber nicht betrachtet.

Aufgrund allgemeiner Wachstumseffekte lassen sich zurzeit folgende Trends beobachten in der schweizerischen individuellen motorisierten Mobilität:

- › Der Motorisierungsgrad nimmt laufend zu. Auch der Anteil der Mehrautohaushalte nimmt zu.
- › Der Langsamverkehr verliert Marktanteile. Es werden mit höherer mittlerer Geschwindigkeit längere Wege in gleicher Zeit zurückgelegt.
- › Dank Aufholen des Investitionsrückstands kann der ÖV seine Marktanteile insgesamt knapp halten, unter Ausbau des Marktanteils im städtischen Nahverkehr, namentlich Pendelverkehr. Demgegenüber hat der ÖV Schwierigkeiten, im zunehmend bedeutenderen Freizeitverkehr signifikante Marktanteile zu erreichen.

Obigen Trends gelten für ganz Europa. Sie haben die Hersteller zur verstärkten Entwicklung von Mikro- und Kleinwagenmodelle veranlasst. Dies wurde nochmals verstärkt durch die absehbare EU-Strategie. Damit wurden in den letzten Jahren, und werden in den nächsten Jahren, im Mikro- und Kleinwagensegment überdurchschnittlich viele neue und für die Konsumenten attraktive Modelle angeboten. Es ist deshalb zu erwarten, dass aufgrund der obigen Trends und der Reaktion der Hersteller darauf es in Europa im Allgemeinen sowie in der Schweiz im Speziellen zu einem Mengenwachstum im Bereich der Mikro- und Kleinwagen kommen wird. Diese Autos werden zu vermehrten Mehrautohaushalten führen sowie je nach Einzelfall zur Substitution von Langsamverkehr oder ÖV.

Die hier relevante Frage ist, ob aufgrund der in diesem Bericht betrachteten Politikmassnahmen es zu einer weiteren Erhöhung des Motorisierungsgrads kommen könnte. Grundsätzlich ist zur Erfüllung von CO<sub>2</sub>-Zielen, welche für die Neuzulassungen zu erreichen sind, aus Herstellersicht die Mengenausweitung durch zusätzliche Mikrowagen-Segmenten eine potentiell zielführende Strategie.

Bei Vollzugsmodellen mit Abgaben in der Höhe der EU-Abgabe (€95 pro g CO<sub>2</sub>/km) ist mit Preissignalen zu rechnen, welche vergleichbar sind mit Bonusmodellen, wie sie durch die UREK-S vorgestellt wurden. Hier ist nicht mit namhaften Reboundeffekten zu rechnen. Für eine ausführlichere Diskussion wird verwiesen auf die entsprechenden Kapitel in de Haan et al. (2007c), de Haan und Hauser (2007) sowie de Haan et al. (2009).

Bei Vollzugsmodellen, welche höhere Abgaben vorsehen als jene der EU, steigt die Reboundgefahr. Ab ca. 2.5-fachen Abgaben (im Vergleich zu den EU-Abgaben) werden einzelne Fahrzeugmodelle mit Prämien von bis zu CHF 15'000 auf teilweise unter CHF 7'000 verbilligt, was Reboundeffekte in der Form von erhöhten Fahrzeugbeständen zur Folge haben würde.



### 7.3. Gesamtwirtschaftliche Effekte

Es wird davon ausgegangen, dass auf mittlere Frist das durchschnittliche Auto zu realen Preisen gleich teuer sein wird wie heute, auch wenn die Antriebseinheiten unter der EU-Strategie etwas kleiner und weniger leistungsfähig sein werden als heute und solche Antriebe im heutigen Automarkt (noch) günstiger sind. D.h. es wird davon ausgegangen, dass die Preise der energieeffizienten Fahrzeuge steigen so, dass das Autogewerbe insgesamt keine Umsatzeinbussen erfährt und der Konsument gleich viel für das Produkt ausgibt (und auszugeben gewillt ist) wie heute. Was sich aber kostenwirksam äussert, sind die reduzierten Treibstoffkosten.

Die Tabelle 24 zeigt die Gesamt-Abgabelast je Liter Treibstoff, welche CHF 0.85 (Benzin) bis CHF 0.89 (Diesel) beträgt (Mineralölsteuer, Pflichtlagerabgabe, Klimarappen, und Mehrwertsteuer). Die höhere Gesamt-Abgabenlast für Diesel ist aber nur scheinbar aufgrund der volumetrischen Betrachtung. Pro Energiegehalt (in MJ gemessen) oder CO<sub>2</sub>-Ausstoss ist die fiskalische Belastung von Diesel um -7.6% (CO<sub>2</sub>) bis -8.0% (MJ) geringer als jene von Benzin. Es ist damit zu rechnen, dass unter der EU-Strategie (wie auch unter dem Referenzszenario, in welchem der Treibstoffabsatz ebenfalls sinkt, wenn auch weniger stark) die Steuersätze (Mineralölsteuer und Klimarappen, sowie entsprechend die Mehrwertsteuer) erhöht würden, um einen gleichbleibenden Steuer- und Abgabenertrag zu generieren.

Kosten in Rp./Liter	Benzin	Diesel
Raffinerie+Distribution	13.5	13.4
Marge Tankstellenbetreiber	8.0	8.0
Marge Tankstellenpächter	4.0	4.0
Rohölpreis (53 USD/bbl, 1.13 CHF/USD)	35.5	39.8
Warenwert	61.0	65.2
Mineralölsteuer	43.1	45.9
Mineralölsteuerzuschlag	3.0	3.0
<i>Gesamt-Mineralölsteuer</i>	<i>73.1</i>	<i>75.9</i>
Mehrwertsteuer 7.6%	10.3	10.9
<i>Gesamt-Fiskalbelastung</i>	<i>83.4</i>	<i>86.8</i>
Pflichtlagerabgabe	0.3	0.3
Klimarappen	1.5	1.5
Gesamt-Abgabenlast pro Liter	85.3	88.6
Tankstellenpreis inkl. 7.6% MWSt	146.3	153.8
MJ je Liter	31.5	35.6
kg CO <sub>2</sub> je Liter	2.33	2.62
Gesamt-Abgabenlast pro MJ	2.70	2.49
Gesamt-Abgabenlast pro kg CO <sub>2</sub>	36.6	33.8

**Tabelle 24.** Zusammensetzung der Tankstellenpreise je Liter Benzin bzw. Diesel sowie Gesamt-Abgabenlast je Liter, je Energiegehalt und je CO<sub>2</sub>-Emission (Stand Rohöl- [Brent] und Tankstellenpreis sowie Wechselkurs: 24.03.09) (Quelle: eigene Berechnungen, swissoil).

Wird das BFE-Referenzszenario für 2015 zugrunde gelegt, ist mit 6'193 Mio. CHF Treibstoffkosten für die PKW-Flotte zu rechnen (Fahrleistung 58'174 Mio. Fzkm, mittlere CO<sub>2</sub>-Emission der fahrenden Flotte 188.5 g/km und der Neuzulassungen 164 g/km, fahrleistungsgewichteter volumetrischer Dieselanteil 31%, Treibstoffpreise von CHF 1.34 und 1.42 für Benzin bzw. Diesel). Falls nun die mittlere CO<sub>2</sub>-Emission der Neuzulassungen um ca. 19.2 g/km niedriger ausfällt (Sanktionsmodell, EU-REF-Absenkung, 1-fache Abgabehöhe), und sich dies mit der entsprechenden Zeitverzögerung in der fahrenden Flotte äussert (d.h. mittlere CO<sub>2</sub>-Emission von 180.4 statt 188.5 g/km), belaufen sich die Treibstoffkosteneinsparungen auf 266 Mio. CHF. Die Tabelle 25 zeigt die

aggregierten Resultate dieser Rechnung für die Jahre 2012 bis 2020. Von der Treibstoffkosten-Einsparung im Jahre 2015 von 266 MCHF sind MCHF 168 zu kompensierende Steuern und Abgaben. Die *volkswirtschaftliche Nettoeinsparung* beläuft sich im 2015 auf 98 MCHF. Bei Abgaben in der Höhe der zweifachen EU-Abgabe erhöht sich dies auf 155 MCHF für das Stichjahr 2015 (Tabelle 27). Wenn überdies statt dem EU\_REF-Absenkungspfad der angebotsseitig beschleunigte CH\_REF-Absenkungspfad angenommen wird, betragen die volkswirtschaftlichen Nettoeinsparungen 114 MCHF (einfache Abgabehöhe; Tabelle 26) bzw. 171 MCHF.

In den folgenden Tabellen sind die Einsparungen für die Jahre 2012 bis 2020 beziffert. Aufgrund der zeitlichen Verzögerung bei der Marktdurchdringung ist bis im Jahre 2020 mit jährlich grösseren CO<sub>2</sub>-Reduktionen der fahrenden Flotte zu rechnen und entsprechend mit steigenden volkswirtschaftlichen Nettoeinsparungen. Die mit (\*) markierten Zeilen basieren auf eine provisorische Umlegung der Jahreskohorten der Neuzulassungen auf die mittlere Fahrende Flotte. Diese provisorischen Zahlen wurden auch für den Anhörungsbericht (BFE 2009) verwendet. Die leicht abweichenden Resultate aufgrund der definitiven Umlegungsmethode finden sich in BAFU (2009).

In Tabelle 25 bis Tabelle 28 werden die Resultate jeweils für den Pivotpunkt 136 g gezeigt, weil sich dieses als leicht effektiver erwiesen hat als den Pivotpunkt 130 g. In BAFU (2009) sind die Resultate für beide Pivotpunkte enthalten.

Szenario: Sanktionsmodell_136g_EU_REF-Absenkung	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
CO <sub>2</sub> -Emissionen [g/fzkm]									
Neuzulassungen: BFE-Referenzszenario	169.1	167.4	165.7	164.0	162.8	161.6	160.4	159.2	158.0
Neuzulassungen: EU-Modell_136g_EU-Absenkung	157.1	152.9	148.8	144.8	141.6	138.5	135.4	132.5	129.5
Fahrende Flotte: BFE-Referenzszenario	196.3	193.7	191.1	188.5	186.6	184.7	182.8	180.9	179.0
Fahrende Flotte: EU-Modell_136g_EU-Absenkung(*)	193.5	189.4	185.0	180.4	176.4	172.2	168.1	163.9	159.7
Fahrleistung der PKW [Mio. fzk/a]	57'192	57'519	57'847	58'174	58'525	58'875	59'226	59'576	59'927
Treibstoff-Tankstellenpreise (BFE-Referenz.)									
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	24%	26%	29%	31%	32%	33%	35%	36%	37%
Energetisch	26%	28%	31%	33%	35%	36%	37%	39%	40%
Treibstoffkosten [MCHF/a]									
unter BFE-Referenzszenario	6'336	6'289	6'242	6'193	6'181	6'167	6'153	6'137	6'121
unter EU-Modell_136g_EU-Absenkung	6'246	6'148	6'041	5'927	5'842	5'751	5'657	5'559	5'460
Kosteneinsparungen [MCHF/a]									
Treibstoffkosten (inkl. Abgabenlast)	90	141	200	266	339	416	496	578	661
Volkswirtschaftlich (o. Steuern/Abgaben)	33	51	73	98	125	155	185	217	249

**Tabelle 25. Szenario Sanktionsmodell mit EU\_REF-Absenkung, 1-fache Abgabenhöhe:** Auswirkungen auf die CO<sub>2</sub>-Emissionen der fahrenden Flotte, Entwicklung des energetischen und volumetrischen Dieselanteils, und resultierende Treibstoffkosten und Kosteneinsparungen. Die volkswirtschaftlichen Einsparungen entsprechen den Treibstoffkosten-Einsparungen abzügl. des Anteils der Gesamt-Abgabenlast. Für weitere Erläuterungen siehe Text. Quelle für Fahrleistungen, CO<sub>2</sub>-Emissionen im BFE-Referenzszenario, und angenommene Tankstellenpreise: INFRAS (2007).

Szenario: Sanktionsmodell_136g_CH_REF-Absenkung	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
CO <sub>2</sub> -Emissionen [g/fzkm]									
Neuzulassungen: BFE-Referenzszenario	169.1	167.4	165.7	164.0	162.8	161.6	160.4	159.2	158.0
Neuzulassungen: EU-Modell_136g_CH-Absenkung	150.1	144.4	138.9	133.6	130.6	127.8	124.9	122.2	119.5
Fahrende Flotte: BFE-Referenzszenario	196.3	193.7	191.1	188.5	186.6	184.7	182.8	180.9	179.0
Fahrende Flotte: EU-Modell_136g_CH-Absenkung (*)	191.9	186.8	181.4	175.7	170.5	165.4	160.3	155.3	150.5
Fahrleistung der PKW [Mio. fzkM/a]	57'192	57'519	57'847	58'174	58'525	58'875	59'226	59'576	59'927
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	24%	26%	29%	31%	32%	33%	35%	36%	37%
Energetisch	26%	28%	31%	33%	35%	36%	37%	39%	40%
Treibstoffkosten [MCHF/a]									
unter BFE-Referenzszenario	6'336	6'289	6'242	6'193	6'181	6'167	6'153	6'137	6'121
unter EU-Modell_136g_CH-Absenkung	6'195	6'066	5'925	5'773	5'648	5'521	5'394	5'269	5'146
Kosteneinsparungen [MCHF/a]									
Treibstoffkosten (inkl. Abgabenlast)	141	223	316	421	533	646	758	869	975
Volkswirtschaftlich (o. Steuern/Abgaben)	51	81	116	155	197	240	283	326	368

**Tabelle 26. Szenario Sanktionsmodell mit CH\_REF-Absenkung, 1-fache Abgabenhöhe:** Auswirkungen auf die CO<sub>2</sub>-Emissionen der fahrenden Flotte, Entwicklung des energetischen und volumetrischen Dieselanteils, und resultierende Treibstoffkosten und Kosteneinsparungen. Die volkswirtschaftlichen Einsparungen entsprechen den Treibstoffkosten-Einsparungen abzügl. des Anteils der Gesamt-Abgabenlast. Für weitere Erläuterungen siehe Text. Quelle für Fahrleistungen, CO<sub>2</sub>-Emissionen im BFE-Referenzszenario, und angenommene Tankstellenpreise: INFRAS (2007).

Szenario: Sanktionsmodell_136g_EU_REF-Absenkung	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
CO <sub>2</sub> -Emissionen [g/fzkm]									
Neuzulassungen: BFE-Referenzszenario	169.1	167.4	165.7	164.0	162.8	161.6	160.4	159.2	158.0
Neuzulassungen: EU-Modell_136g_EU-Absenkung	155.1	150.5	145.9	141.5	138.3	135.3	132.3	129.4	126.6
Fahrende Flotte: BFE-Referenzszenario	196.3	193.7	191.1	188.5	186.6	184.7	182.8	180.9	179.0
Fahrende Flotte: EU-Modell_136g_EU-Absenkung (*)	193.1	188.6	184.0	179.1	174.7	170.2	165.8	161.4	157.0
Fahrleistung der PKW [Mio. fzkM/a]	57'192	57'519	57'847	58'174	58'525	58'875	59'226	59'576	59'927
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	24%	26%	29%	31%	32%	33%	35%	36%	37%
Energetisch	26%	28%	31%	33%	35%	36%	37%	39%	40%
Treibstoffkosten [MCHF/a]									
unter BFE-Referenzszenario	6'336	6'289	6'242	6'193	6'181	6'167	6'153	6'137	6'121
unter EU-Modell_136g_EU-Absenkung	6'232	6'125	6'008	5'883	5'786	5'684	5'580	5'474	5'368
Kosteneinsparungen [MCHF/a]									
Treibstoffkosten (inkl. Abgabenlast)	104	164	233	310	395	483	573	663	753
Volkswirtschaftlich (o. Steuern/Abgaben)	38	60	85	114	146	179	214	249	284

**Tabelle 27. Szenario Sanktionsmodell mit EU\_REF-Absenkung, 2-fache Abgabenhöhe:** Auswirkungen auf die CO<sub>2</sub>-Emissionen der fahrenden Flotte, Entwicklung des energetischen und volumetrischen Dieselanteils, und resultierende Treibstoffkosten und Kosteneinsparungen. Die volkswirtschaftlichen Einsparungen entsprechen den Treibstoffkosten-Einsparungen abzügl. des Anteils der Gesamt-Abgabenlast. Für weitere Erläuterungen siehe Text. Quelle für Fahrleistungen, CO<sub>2</sub>-Emissionen im BFE-Referenzszenario, und angenommene Tankstellenpreise: INFRAS (2007).

Szenario: Sanktionsmodell_136g_CH_REF-Absenkung	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
CO <sub>2</sub> -Emissionen [g/fzkm]									
Neuzulassungen: BFE-Referenzszenario	169.1	167.4	165.7	164.0	162.8	161.6	160.4	159.2	158.0
Neuzulassungen: EU-Modell_136g_CH-Absenkung	148.1	142.0	136.0	130.3	127.4	124.6	121.9	119.2	116.6
Fahrende Flotte: BFE-Referenzszenario	196.3	193.7	191.1	188.5	186.6	184.7	182.8	180.9	179.0
Fahrende Flotte: EU-Modell_136g_CH-Absenkung (*)	191.5	186.1	180.4	174.4	168.8	163.4	158.0	152.8	147.8
Fahrleistung der PKW [Mio. fzk/a]	57'192	57'519	57'847	58'174	58'525	58'875	59'226	59'576	59'927
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	24%	26%	29%	31%	32%	33%	35%	36%	37%
Energetisch	26%	28%	31%	33%	35%	36%	37%	39%	40%
Treibstoffkosten [MCHF/a]									
unter BFE-Referenzszenario	6'336	6'289	6'242	6'193	6'181	6'167	6'153	6'137	6'121
unter EU-Modell_136g_CH-Absenkung	6'180	6'044	5'893	5'729	5'592	5'455	5'319	5'185	5'055
Kosteneinsparungen [MCHF/a]									
Treibstoffkosten (inkl. Abgabenlast)	155	245	349	464	588	712	834	952	1'066
Volkswirtschaftlich (o. Steuern/Abgaben)	56	89	128	171	217	264	311	358	402

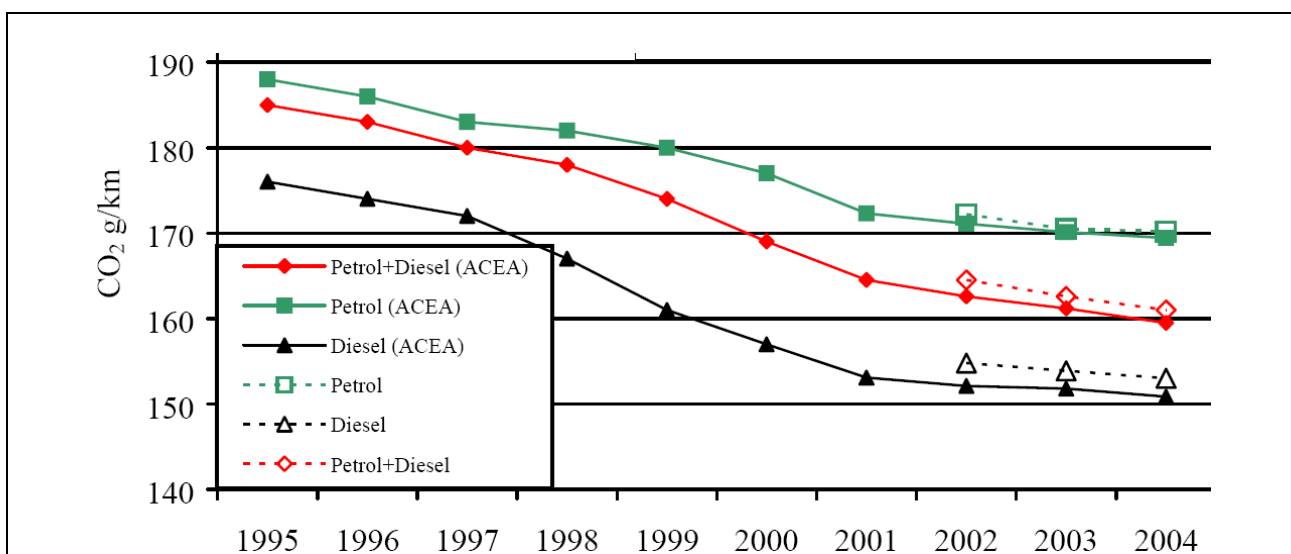
**Tabelle 28. Szenario Sanktionsmodell mit CH\_REF-Absenkung, 2-fache Abgabenhöhe:** Auswirkungen auf die CO<sub>2</sub>-Emissionen der fahrenden Flotte, Entwicklung des energetischen und volumetrischen Dieselanteils, und resultierende Treibstoffkosten und Kosteneinsparungen. Die volkswirtschaftlichen Einsparungen entsprechen den Treibstoffkosten-Einsparungen abzügl. des Anteils der Gesamt-Abgabenlast. Für weitere Erläuterungen siehe Text. Quelle für Fahrleistungen, CO<sub>2</sub>-Emissionen im BFE-Referenzszenario, und angenommene Tankstellenpreise: INFRAS (2007).

## 8. Monitoring: Jährliche Datengrundlagen für die Überprüfung der Zielerreichung

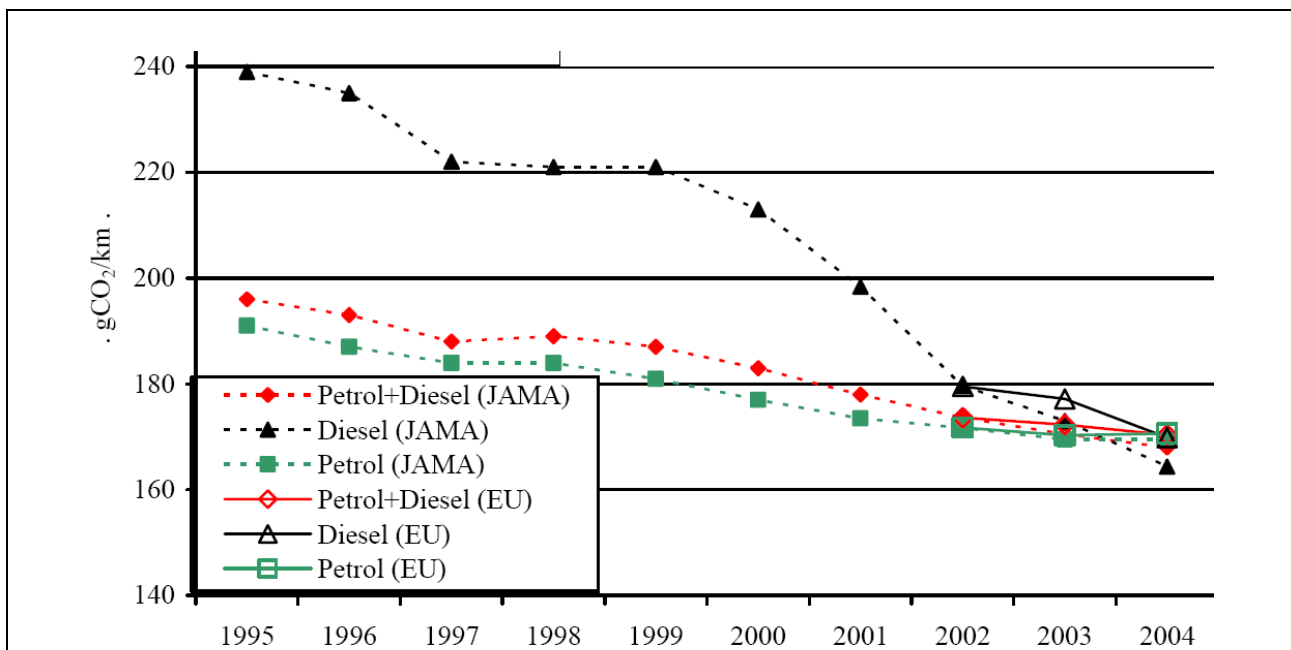
Für die laufende Überprüfung der Zielerreichung der EU-Strategie setzt die EU-Kommission unter anderem auf gemeinsam mit den Herstellern erstellte, jährliche CO<sub>2</sub>-Monitoring-Berichte. Eine Skizze für ein analoges schweizerisches CO<sub>2</sub>-Monitoring, welches die bisherige Berichterstattung von auto-schweiz ergänzen bzw. in ihrer Bedeutung ablösen würde, findet sich in Kap. 7.1. Für die Vorhersage der CO<sub>2</sub>-Reduktionswirkung in bestimmten Zeiträumen (z.B. Kyoto-protokoll-Verpflichtungsperioden) werden darüber hinaus Datengrundlagen benötigt zum Zusammenhang zwischen Energieeffizienz und weiteren Fahrzeuggrößen einerseits und der jährlichen Kilometerleistung andererseits. Solche Datengrundlagen fehlen aktuell noch vollständig. Eine Skizze zu einem möglichen künftigen Kilometerleistungs-Monitoring findet sich in Kap. 7.2.

### 8.1. Swiss Joint CO<sub>2</sub> Monitoring Reporting

Für die jährliche Berichterstattung gegenüber der Europäischen Kommission, welche gemäss der sog. Selbstverpflichtung eine Aufgabe von europäischen ACEA bzw. der japanischen und koreanischen Schwesterverbände JAMA und KAMA ist, wurden jeweils von der französischen Gesellschaft AAA (Association Auxiliaire de l'Automobile) erhobene Daten eingesetzt. Die bekannten Zeitreihen von 1995 bis 2002 basieren ausschliesslich auf diese Datenquelle. Für die weitere Durchführung und Erreichung der Gemeinschaftsstrategie zur Verminderung der CO<sub>2</sub>-Emissionen von Kraftfahrzeugen wurde erkannt, dass eine staatliche Datenquelle unumgänglich ist, um die Zielerreichung unabhängig verifizieren zu können. Die „Überwachungsentscheidung“ 1753/2000/EG wurde daraufhin am 30. August 2000 vom Europäischen Parlament und vom Rat erlassen. Gemäss dieser Entscheidung werden ab dem Jahr 2002 die von den Mitgliedstaaten gesammelten Daten als offizielle Daten für die Überwachung der freiwilligen Selbstverpflichtungen der Verbände ACEA, JAMA bzw. KAMA verwendet. Für die Zeitreihen der früheren Jahre beruht die Überwachung auf den von den Verbänden gelieferten Daten. In 2004 betrug die Abweichung zwischen EU- und ACEA-Daten (CO<sub>2</sub>-Emissionen der Benzin- und Diesel-PKW) ca. 1%. Für die Überwachung der Zielerreichung der EU-Strategie sind nur die EU-Daten massgeblich. Die untenstehende Figur 7 zeigt die ACEA-Daten 1995–2004 (durchgezogene Linien) und die EU-Daten seit 2002 (gestrichelte Linien). Die Figur 8 zeigt dies analog für die JAMA-Flotte.



**Figur 7.** Zeitlicher Verlauf der CO<sub>2</sub>-Emissionen der PKW-Neuzulassungen der ACEA-Flotte 1995–2004 (Datenbasis ACEA) und 2002–2004 (Datenbasis EU-Mitgliedstaaten). Entnommen aus EU 2006b.



**Figur 8.** Zeitlicher Verlauf der CO<sub>2</sub>-Emissionen der PKW-Neuzulassungen der JAMA-Flotte 1995–2004 (Datenbasis JAMA) und 2002–2004 (Datenbasis EU-Mitgliedstaaten). Entnommen aus EU 2006b.

Infolge dieser Verlagerung der Datensätze, die sich in einer Diskontinuität zwischen den Datenreihen der Verbände und den offiziellen EU-Datenreihen äussert, sind auch gewisse Diskrepanzen bewusst geworden. In den vergangenen Jahren wurde versucht, die Gründe für die festgestellten Diskrepanzen zu ermitteln und die Datenqualität zu verbessern.

Analog zur EU sollte auch die Schweiz ein staatliches CO<sub>2</sub>-Reporting einführen, welches die seit 1996 bestehende jährliche Berichterstattung von auto-schweiz ergänzt bzw. als alleinige Basis für die Beurteilung des Grades der Zielerreichung der CO<sub>2</sub>-Reduktionsstrategie dienen wird.

Folgende Anforderungen an das jährliche Swiss Joint CO<sub>2</sub> Monitoring Reporting können formuliert werden:

- > Kompatibel zum Joint CO<sub>2</sub> Monitoring Reporting der EU;
- > Hoher technischer Detaillierungsgrad (Datenanalyse auf Ebene der Kombinationen aus Typengenehmigung und Getriebetyp, gemäss EnV-Anhang 3.6);
- > Gemeinsame Durchführung (Einbezug der Importeure; Identifikation der Gründe für allfällige Abweichungen zwischen den Datenquellen).
- > Gegenüberstellung mit den Daten von auto-schweiz; Darstellung und Gegenüberstellung beider Datenreihen im Bericht
- > Evaluation, inwieweit die beobachteten Differenzen technischer oder sozioökonomischer (geändertes Kaufverhalten der Konsumenten) Natur sind, in wiefern staatliche Massnahmen (auch im Bereich Luftreinhaltung) die Zielerreichung unterstützt oder aber erschwert haben, und inwiefern konjunkturelle Entwicklungen die beobachtete Absenkung beeinflusst haben mögen, in Analogie zu EU 2006a und EU 2006b.
- > Aussage über die Übereinstimmung mit dem Zielpfad.

Die Finanzierung könnte in der Anfangsphase (bis zum Inkrafttreten der Ausführungserlasse) möglicherweise in Analogie zu ähnlichen periodischen Datengrundlagen (TCS-Verbrauchskatalog, VCS-Auto-Umweltliste) durchgeführt werden. Nach Inkrafttreten der Ausführungserlasse würde das Joint Monitoring Reporting zu den Vollzugskosten der Politikmassnahme gehören.

## 8.2. Kilometerleistungs-Monitoring

Die CO<sub>2</sub>-Emissionen der PKW-Neuzulassungen sind streng genommen eine Behelfsgrösse; das damit verfolgte Umweltziel sind die CO<sub>2</sub>-Emissionen des motorisierten Individualverkehrs. Um von den CO<sub>2</sub>-Emissionen der Jahreskohorten (der PKW-Neuzulassungen) auf die Gesamt-CO<sub>2</sub>-Emissionen der fahrenden Flotte schliessen zu können, muss man aber wissen, welche Fahrzeuge in welchem Lebensjahr seit der Erstimmatrikulation wie viel Kilometer zurücklegen.

Zu diesen wichtigen Grössen fehlen erstaunlicherweise die benötigten Daten bzw. Marktbeobachtungen nahezu vollständig. Weder beim Abgastest noch bei der periodischen Motorfahrzeugkontrolle noch bei der Ausserverkehrsetzung werden zurzeit die Kilometerstände der Autos erfasst. Informelle Gespräche haben bestätigt, dass Experten in der Schweiz aktuell keine Möglichkeit zur Konstruktion eines Datensatzes bekannt wäre, welche die Typengenehmigung (und damit alle weiteren technischen Grössen), das jeweilige Fahrzeugalter und den entsprechenden Kilometerstand umfassen würde. Solche Datensätze könnten gewonnen werden entweder aus dem Occasionshandel (Erfassung der Occasionsangebote bei Garagen oder im Internet) oder bei der Schadensbearbeitung (Versicherungen). Längerfristig möglich wäre die staatliche Erfassung, die zeitliche Realisierung ist aber ungewiss und damit als alleinige Option nicht wählbar.

Weder zur Gesamt-Kilometerleistung noch zu deren Verteilung auf die Lebensjahre eines PKW liegen damit verlässliche Grundlagen vor. Für Politikanalysen und die Überwachung der Zielerreichung von CO<sub>2</sub>-Reduktionsstrategien wäre insbesondere wichtig, ob Unterschiede in der Kilometerleistung bestehen in Abhängigkeit der Energieeffizienz, der Treibstoffart (Benzin, Diesel, Gas, Elektrizität), des Getriebetyps (manuelles vs. automatisches Getriebe) und nicht zuletzt der Fahrzeuggrösse. Auch dazu fehlen die benötigten Grundlagendaten vollständig. Für die Berechnung der CO<sub>2</sub>-Emissionen des motorisierten Individualverkehrs behilft man sich aktuell mit Schätzungen, Ableitungen von ausländischen Erhebungen und älteren Datensätzen. Wegen den grossen, langjährigen Erfahrungen und der Möglichkeit des Abgleichs mit dem Gesamt-Absatz an Treibstoffen in der Schweiz sind die üblichen Schätzungen und Annahmen mittlerweile robust. Für die Abbildung der sich beschleunigenden Entwicklung auf der technologischen wie auf der Marktseite der letzten Jahre sowie für die Prognose der CO<sub>2</sub>-Auswirkungen von CO<sub>2</sub>-Reduktionsstrategien in der Zukunft sind sie allerdings nicht tragfähig.

Ein künftiges Schweizer Kilometerleistungs-Monitoring, vorzugsweise jährlich, wäre deshalb zwar nicht zwingend erforderlich, aber sehr wünschenswert. Es würde erlauben, die Kilometerleistung künftig nicht mehr in Abhängigkeit der historisch üblichen Hubraumklassen und des Treibstofftyps (Benzin oder Diesel) vorzunehmen, sondern neu zu differenzieren in Abhängigkeit der Energieeffizienz bzw. der CO<sub>2</sub>-Emissionsklasse sowie der Fahrzeuggrösse (Leergewicht und Footprint). Ein solches schweizerisches jährliches Monitoring der Fahrleistungen in Abhängigkeit des Treibstofftyps, der Fahrzeuggrösse sowie der Energieeffizienz/CO<sub>2</sub>-Emission lässt sich am einfachsten realisieren über die Verwendung von Inseratedaten aus dem Occasionshandel.

Bei der Finanzierung lässt sich argumentieren, dass die Umlegung der Politik-Zielgrösse der CO<sub>2</sub>-Emissionen der PKW-Neuzulassungen (für welche das BFE zuständig ist) auf die Zielgrösse der Gesamt-CO<sub>2</sub>-Emissionen des motorisierten Individualverkehrs (für welche das BAFU zuständig ist) eine je hälftige Finanzierung nahelegen würde. Weil ein spezieller Fokus auf die Erhebung der Unterschiede in der Kilometerfahrleistung in Abhängigkeit der Energieeffizienz gelegt werden soll, kann auch eine hauptsächliche Zuordnung zum Wirkungsbereich des BFE begründet werden. Die mögliche längerfristige Erfassung von Kilometerleistungs-Daten über die Strassenverkehrsämter zeigt andererseits die Nähe zum Wirkungsbereich des ASTRA auf. Weil es sich aber um insgesamt sehr geringe jährliche finanzielle Aufwendungen handelt, scheint eine alleinige Zuständigkeit des BFE oder des ASTRA naheliegend.

## Literatur

- BAFU 2009. Umsetzung der 130 g CO<sub>2</sub>/km-Strategie für die Schweiz: CO<sub>2</sub>-Reduktionseffekte 2012–2020. ETH IED-NSSI im Auftrag Bundesamt für Umwelt BAFU, Bericht EMDM1731, Bern, 18. Mai 2009. 45 Seiten.
- Coad A, de Haan P, Woersdorfer J S, 2009. Consumer support for environmental policies: An application to purchases of green cars. *Ecological Economics*, 68, 2078–2086.
- de Haan P., Peters A., Scholz R.W., 2007a. Reducing energy consumption in road transport through hybrid vehicles: Investigation of rebound effects, and possible effects of tax rebates. *Journal of Cleaner Production*, 15, 1076–1084.
- de Haan P, Michel M.G., Peters A., Hauser A., 2007b. Lenkungsabgaben zur Senkung des CO<sub>2</sub>-Ausstosses beim Neuwagenkauf: Hintergrund, Mechanismen, Prognosen (in German with English and French summaries). Bundesamt für Energie, Bern, Schweiz, Dezember 2007, 153 pages
- de Haan P., Müller M., Peters A., 2007c. Anreizsysteme beim Neuwagenkauf: Wirkungsarten, Wirksamkeit und Wirkungseffizienz. Bericht zum Schweizer Autokaufverhalten 14, ETH Zürich, IED-NSSI, Report EMDM 1561, 26 Seiten (download: [www.nssi.ethz.ch/res/emdm](http://www.nssi.ethz.ch/res/emdm))
- de Haan P, Hauser A, 2007. Förderung energieeffizienter und emissions-armer Fahrzeuge mittels Automobilsteuer-Differenzierung oder Bonusprämien: Vorhersage von Effektivität, Effizienz und Lenkungswirkung von Fördermodellvarianten – Schlussbericht. ETH Zürich, IED-NSSI in Auftrag Projektausschuss und Fachgruppe Differenzierung Automobilsteuer/Bonusprämien, Zürich 2007, 98 Seiten. Nicht öffentlich.
- de Haan P, Mueller M G, Scholz R W, 2009. How much do incentives affect car purchase? Agent-based microsimulation of consumer choice of new cars, part II: Forecasting effects of feebates based on energy-efficiency. *Energy Policy*, 37, 1083–1094.
- EU 2006a. COM (2006)463. Communication from the commission to the council and the European parliament. Implementing the Community Strategy to Reduce CO<sub>2</sub> Emissions from Cars: Sixth annual Communication on the effectiveness of the strategy.
- EU 2006b. SEC(2006)1078. Accompanying document to EU (2006a): Monitoring of ACEA's Commitment on CO<sub>2</sub> Emission Reductions from Passenger Cars (2004). Monitoring of JAMA's Commitment on CO<sub>2</sub> Emission Reductions from Passenger Cars (2004). Monitoring of KAMA's Commitment on CO<sub>2</sub> Emission Reductions from Passenger Cars (2004)
- INFRAS 2007. Der Energieverbrauch des Verkehrs 1980-2035. Ergebnisse der Szenarien I bis IV und der zugehörigen Sensitivitäten „BIP hoch“, „Preise hoch“ und „Klima wärmer“. BFE Energieperspektiven 2035 Schlussbericht Verkehr, Bern 2007, 199 Seiten.
- Mueller M G, de Haan P, 2009. How much do incentives affect car purchase? Agent-based microsimulation of consumer choice of new cars, part I: Model structure, simulation of bounded rationality, and model validation. *Energy Policy*, 37, 1072–1082.
- Peters A, Mueller M G, de Haan P, Scholz R W, 2008. Feebates promoting energy efficient cars: Design options to address more consumers and possible counteracting effects. *Energy Policy*, Vol. 36, 1355–1365.