Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

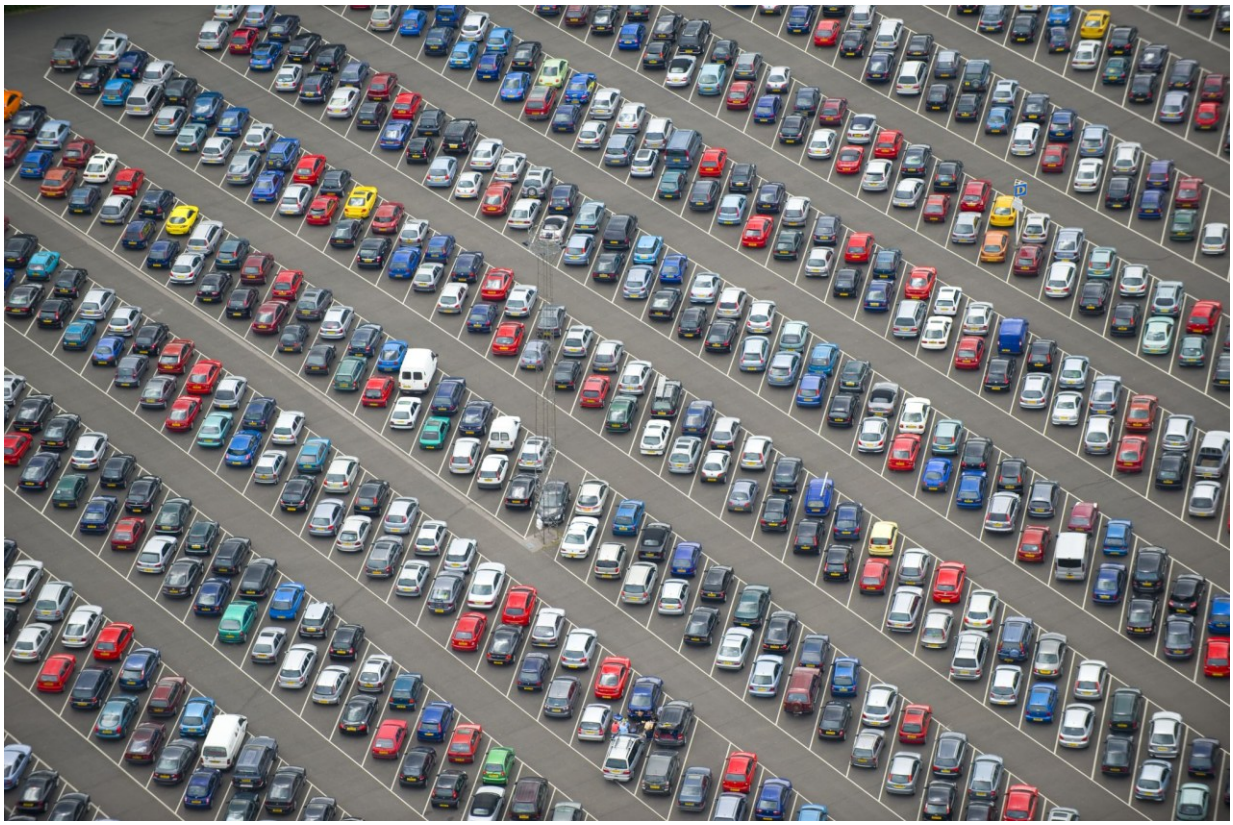
Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK

Bundesamt für Energie BFE
Sektion Energieeffizienter Verkehr

Bericht vom 4. November 2026

Teilrevision CO_2-Emissionsvorschriften für Neufahrzeuge ab 2030

Kurzstudie



DENKEN
ÜBER
MORGEN

Datum: 4. November 2026

Ort: Bern

Auftraggeberin:

Bundesamt für Energie BFE, CH-3003 Bern, www.bfe.admin.ch

Auftragnehmer/in:

INFRAS, Sennweg 2, 3012 Bern, www.infras.ch

Autor/in:

Benedikt Notter, INFRAS, benedikt.notter@infras.ch

Brian Cox, INFRAS, brian.cox@infras.ch

BFE-Projektleitung:

Sebastian Dickenmann, Fachspezialist Energieeffizienter Verkehr

Christoph Schreyer, Leiter Sektion Energieeffizienter Verkehr

Für den Inhalt und die Schlussfolgerungen ist ausschliesslich die Autorenschaft verantwortlich.

Bundesamt für Energie BFE
Pulverstrasse 13, CH-3063 Ittigen; Postadresse: Bundesamt für Energie BFE, CH-3003 Bern
Tel. +41 58 462 56 11 · contact@bfe.admin.ch · www.bfe.admin.ch

Inhalt

Inhalt

Inhalt **3**

Zusammenfassung **5**

Résumé **7**

1. Einführung **9**

1.1. Ausgangslage 9

1.2. Studienziel 10

2. Vorgehen **11**

2.1. Systemgrenzen 11

2.2. Szenarien 12

2.3. CO_2-Emissionen der Gesamtflotte 14

2.4. Zielerreichung und Sanktionen 15

3. Rahmenbedingungen und Umfeld **17**

3.1. PW und LNF 17

3.1.1. Regulierung in der EU 17

3.1.2. Regulierung in der Schweiz 17

3.1.3. Historische Marktentwicklung in der Schweiz 19

3.2. SNF 25

3.2.1. Regulierung in der EU 25

3.2.2. Regulierung in der Schweiz 28

3.2.3. Historische Marktentwicklung in der Schweiz 29

4. CO_2-Emissionen der Gesamtflotte **33**

4.1. Flottenentwicklung 33

4.2. Emissionsfaktoren 35

4.3. CO_2-Emissionen 37

5. Zielerreichung und Sanktionen **39**

5.1. PW 39

5.2. LNF 41

5.3. SNF 45

6. Einordnung und Schlussfolgerungen **47**

Annex **49**

A1. Methodik **49**

A2. Historische Marktentwicklung **51**

A3. Flottenentwicklung **52**

A4. Fahrleistungen **56**

A5. CO_2-Emissionen **57**

A6. Sanktionen **58**

A6.1. PW 58

A6.2. LNF 58

A6.3. SNF 59

Glossar **60**

Literatur **61**

Zusammenfassung

Die Schweiz hat mit dem Klima- und Innovationsgesetz (KlG) das Netto-Null-Ziel bis 2050 gesetzlich verankert. Für den Sektor Verkehr definiert das KlG eine Reduktion der Emissionen bis 2040 um 57%. Zur Erreichung dieses Ziels steht die Weiterentwicklung der CO_2-Emissionsvorschriften für neue Personenwagen (PW) und Lieferwagen (LNF) sowie für schwere Nutzfahrzeuge (SNF) im Vordergrund – sie sollen in Anlehnung an die EU weiterentwickelt und verschärft werden. Die zu diesem Zweck vom Bundesrat im September 2025 beauftragte Totalrevision des CO_2-Gesetzes wird voraussichtlich erst im Jahr 2031 in Kraft treten. Daher soll eine Teilrevision des CO_2-Gesetzes für die Zeit ab 1. Januar 2030 evaluiert werden, welche die Anpassungsvorschläge der EU-Kommission für die Periode 2030-2034 übernehmen soll. Die vorliegende Studie berücksichtigt den Kommissionsvorschlag, Entscheide des europäischen Parlaments und Rats dazu sind ausstehend. Die weitergehenden Verschärfungen ab 2035 sind ebenfalls nicht Teil dieses Berichts.

Folgende Anpassungen der Vorschriften werden untersucht:

- Lockerung des Reduktionsziels ab 2030 für leichte Nutzfahrzeuge von -50% auf -40% (Teil des «Automotive Package» der EU-Kommission vom Dezember 2025, wird im 4. Quartal vom EU-Parlament beraten)
- Flexibilitätsmechanismus in den Jahren 2030 bis 2032 für PW und LNF (Teil des «Automotive Package»)
- Verschärfung der Zielwerte und Regulierung zusätzlicher Fahrzeuggruppen der SNF (-45% statt -30% Reduktion ggü. Basisjahr); dies entspricht geltendem EU-Recht nach Verordnung (EU) 2019/1242 und Änderungsverordnung 2024/1610

Der vorliegende Kurzbericht untersucht die Auswirkungen dieser Teilrevision. Er betrachtet die aktuellen regulatorischen Rahmenbedingungen, die historische Marktentwicklung, und macht anhand zweier einfacher Szenarien Abschätzungen für den Zeitraum bis 2040 zu den CO_2-Emissionen der regulierten Strassenfahrzeuge in der Schweiz, bzw. bis 2034 zur erwarteten Erreichung der CO_2-Zielvorgaben und darauf basierend zu möglichen Sanktionszahlungen.

Die Resultate zeigen, dass die vorgeschlagene Teilrevision insgesamt einen begrenzten Einfluss auf den CO_2-Ausstoss der regulierten Fahrzeuge hat: Während die Verschärfung bei den SNF zu einer Reduktion der CO_2-Emissionen führt, werden durch die Lockerung des Zielwerts bei der stark wachsenden Gruppe der LNF höhere Emissionen erwartet. Damit resultiert gegen Ende der betrachteten Periode 2025-2040 ein leichtes Plus von 1% der CO_2-Emissionen gegenüber dem Referenzszenario. Dieses liegt aber innerhalb des Unsicherheitsbereiches der vorgenommenen Modellrechnungen und Annahmen. Bei den PW ändert sich nur die zeitliche Flexibilisierung bei der Zielerreichung in der Periode 2030 bis 2032. Unter den Szenarien in diesem Bericht ist die Wirkung der Flexibilisierung marginal, hingegen könnten Fahrzeugimporteure im Fall einer beschleunigten Elektrifizierung allfällige Sanktionen im Zeitraum 2030 bis 2032 mindern.

Die erwarteten Sanktionen im Hauptszenario betragen ohne weitere Anstrengungen der Importeure:

- für die PW maximal rund 300 Mio. CHF/Jahr im Peak-Jahr 2030; die totale Sanktionslast für die PW wird von der Teilrevision nicht direkt beeinflusst, aber durch die Flexibilisierung würden sich die Sanktionen in den Jahren 2030-32 verteilen und könnten sich bei einem progressiveren Marktverlauf und der damit verbundenen beschleunigten CO_2-Reduktion auch um einen zweistelligen Millionenbetrag vermindern;
- für die LNF fallen 2030 rund 45 Mio. CHF an; da davon ausgegangen wird, dass mit der Zielwerterleichterung der Teilrevision auch die Flotte langsamer elektrifiziert wird, bleiben die Sanktionen 2030-2034 praktisch gleich. Falls die Importeure ihre Flotte trotz gelockertem Zielwert zügig dekarbonisieren, mindern sich die Sanktionen oder entfallen gänzlich in der Periode 2030-2034;
- für die SNF mit der Teilrevision knapp 40 Mio. CHF über die betrachtete Periode 2030-2034. Ohne den verschärften Zielwert der Teilrevision fallen keine Sanktionen für SNF an.

Die Sanktionsprognosen der vorliegenden Kurzstudie sind als mögliche Grössenordnungen unter den angenommen Flottenzusammensetzungen zu interpretieren. Da im Hauptszenario noch Sanktionen anfallen, bestehen Anreize für die Importeure, ihre Neuwagenflotten stärker bzw. früher zu dekarbonisieren. Die Strategien der Importeure, ihre Flottenzusammensetzung zu gestalten, sich zu Emissionsgemeinschaften zusammenzuschliessen und die Zielerreichung zu optimieren, können nicht vorhergesehen werden. Zudem hat der Bundesrat die Kompetenz, zusätzlich zu den gesetzlich festgelegten Zielwerten einführende Erleichterungen für die Erreichung der Zielvorgaben festzulegen.

Die Teilrevision erreicht v.a. das Ziel, dass die Schweizer Gesetzgebung ab 2030 mit der EU-Gesetzgebung konform bleibt und Schweizer Sonderregelungen und mögliche Ungleichbehandlungen vermieden werden. Die Totalrevision des CO_2-Gesetzes, welche voraussichtlich auf 2031 in Kraft tritt, soll dann die CO_2-Emissionsvorschriften ab 2035 analog zur Regelung der EU weiterentwickeln, womit auch weitere Reduktionen des CO_2-Ausstosses erwartet werden können.

Résumé

Avec la loi sur les objectifs en matière de protection du climat, sur l'innovation et sur le renforcement de la sécurité énergétique (LCl), la Suisse a inscrit dans la loi l'objectif de zéro émission nette d'ici 2050. Pour le secteur des transports, la LCl prévoit une réduction des émissions de 57 % d'ici 2040. Pour atteindre cet objectif, il est essentiel de poursuivre le développement des prescriptions relatives aux émissions de CO_2 pour les voitures de tourisme (VT) et les voitures de livraison et les tracteurs à sellette légers (ci-après «VUL» pour «véhicules utilitaires légers») neuves, ainsi que pour les poids lourds (ci-après «VULo» pour «véhicules utilitaires lourds»). Celles-ci doivent être adaptées et renforcées en adéquation avec la règlementation de l'UE. La révision totale de la loi sur le CO_2, annoncée à cette fin par le Conseil fédéral en septembre 2025, n'entrera probablement en vigueur qu'en 2031. C'est pourquoi il convient d'évaluer une révision partielle de la loi sur le CO_2 pour la période à compter du 1er janvier 2030, qui devrait reprendre les propositions d'adaptation de la Commission européenne pour la période 2030-2034. La présente étude tient compte de la proposition de la Commission ; les décisions du Parlement et du Conseil européen à ce sujet sont encore en suspens. Les renforcements supplémentaires prévus à partir de 2035 ne font pas non plus partie du présent rapport.

Les modifications suivantes de la réglementation sont examinées :

- Assouplissement de l'objectif de réduction à partir de 2030 pour les VUL, passant de -50 % à -40 % (élément du « paquet automobile » de la Commission européenne de décembre 2025, qui sera examiné par le Parlement européen au 4e trimestre 2026)

- Mécanisme de flexibilité entre 2030 et 2032 pour les VT et les VUL (faisant partie du « paquet automobile »)

- Renforcement des objectifs et réglementation de catégories supplémentaires de VULo (-45 % au lieu de -30 % de réduction par rapport à l'année de référence) ; cela correspond au droit européen en vigueur conformément au règlement (UE) 2019/1242 et au règlement modificatif 2024/1610

Le présent rapport examine les conséquences de cette révision partielle. Il passe en revue le cadre réglementaire actuel, l'évolution historique du marché et, à l'aide de deux scénarios simples, fournit des estimations concernant les émissions de CO_2 des véhicules routiers réglementés en Suisse jusqu'en 2040, ainsi que la réalisation prévue des objectifs de CO_2 d'ici 2034 et le niveau d'éventuelles sanctions en découlant.

Les résultats montrent que, dans l'ensemble, la révision partielle proposée a une influence limitée sur les émissions de CO_2 des véhicules réglementés : alors que le durcissement des objectifs pour les VULo entraîne une réduction des émissions de CO_2, l'assouplissement pour les VUL devrait se traduire par une hausse des émissions. Il en résulte, vers la fin de la période considérée (2025-2040), une légère augmentation de

1 % des émissions de CO_2 par rapport au scénario de référence. Celle-ci se situe toutefois dans la marge d'incertitude des calculs de modélisation et des hypothèses retenues. Pour les VT, la seule modification concerne la flexibilisation temporelle de l'atteinte des objectifs durant la période 2030-2032. Parmi les scénarios présentés dans ce rapport, l'impact de cette flexibilisation est marginal ; en revanche, les importateurs de véhicules pourraient réduire d'éventuelles sanctions au cours de la période 2030 à 2032 dans le cas d'une électrification accélérée.

Les sanctions attendues dans le scénario principal, sans efforts supplémentaires de la part des importateurs, s'élèvent à :

- pour les VT, un maximum d'environ 300 millions de CHF lors de l'année de pic 2030 ; la charge totale des sanctions pour les VT n'est pas directement influencée par la révision partielle, mais grâce à l'assouplissement, les sanctions seraient réparties sur les années 2030 à 2032 et pourraient même diminuer d'un montant de plusieurs dizaines de millions en cas d'évolution plus progressive du marché et de la réduction accélérée des émissions de CO_2 qui en découlerait ;

- pour les VUL, un montant d'environ 45 millions de CHF est attendu en 2030 ; comme on part du principe que l'assouplissement des objectifs prévu par la révision partielle entraînera également une électrification plus lente du parc automobile, les sanctions resteront pratiquement inchangées entre 2030 et 2034. Si les importateurs décarbonisent rapidement leur flotte malgré l'assouplissement des objectifs, les sanctions diminueront, voire disparaîtront complètement au cours de la période 2030-2034 ;

- pour les VULo, la révision partielle entraînerait près de 40 millions de CHF de sanctions sur la période considérée de 2030 à 2034. Sans l'objectif plus strict prévu par la révision partielle, aucune sanction ne serait infligée aux VULo.

Les prévisions de sanctions présentées dans cette étude doivent être interprétées comme des ordres de grandeur possibles compte tenu des compositions de flottes retenues. Étant donné que des sanctions sont encore prévues dans le scénario principal, les importateurs sont incités à décarboner davantage ou plus tôt leurs flottes de véhicules neufs. Il est impossible de prévoir les stratégies que les importateurs adopteront pour composer leur parc automobile, s'associer en groupements d'émissions et optimiser l'atteinte des objectifs. De plus, le Conseil fédéral a la compétence de définir, en plus des valeurs cibles fixées par la loi, des mesures facilitant le respect des cibles spécifiques des importateurs.

La révision partielle vise avant tout à garantir que la législation suisse reste conforme à celle de l'UE à partir de 2030 et à éviter une règlementation nationale particulière ainsi que d'éventuelles inégalités de traitement. La révision totale de la loi sur le CO_2, qui devrait entrer en vigueur en 2031, visera alors à développer les prescriptions sur les émissions de CO_2 à partir de 2035, à l'instar de la réglementation de l'UE, ce qui devrait permettre d'envisager de nouvelles réductions des émissions de CO_2.

1. Einführung

1.1. Ausgangslage

Die Schweiz hat mit dem Klima- und Innovationsgesetz (KlG) das Netto-Null-Ziel bis 2050 gesetzlich verankert. Ab dann soll die Schweiz nicht mehr Treibhausgase ausstossen, als durch natürliche und technische Speicher aufgenommen werden. Konkrete Massnahmen zur Erreichung der Ziele des KlG sind im CO_2-Gesetz in 10-Jahres-Etappen festgeschrieben. Für den Sektor Verkehr definiert das KlG eine Reduktion der Emissionen bis 2040 um 57%. Zur Erreichung dieses Ziels steht die Weiterführung der bisherigen Massnahmen, v.a. der CO_2-Emissionsvorschriften für neue Personenwagen (PW) und Lieferwagen (LNF) sowie für schwere Nutzfahrzeuge (SNF)[1], im Vordergrund. Diese sollen grundsätzlich in Anlehnung an die EU weiterentwickelt und verschärft werden.

Am 12. September 2025 beauftragte der Bundesrat das UVEK, eine Vorlage für eine Revision des CO_2-Gesetzes auszuarbeiten, welches die im KlG vorgesehene Verminderung der Emissionen um mindestens 75% bis 2040 regelt. Diese Revision des CO_2-Gesetzes wird voraussichtlich erst ab 2031 in Kraft treten. In einem ersten Schritt soll daher eine Teilrevision des CO_2-Gesetzes für die Zeit ab 1. Januar 2030 evaluiert werden. Diese soll die Anpassungen der EU für die Periode 2030-2034 (ohne die weitergehenden Verschärfungen ab 2035) übernehmen.

Die relevanten EU-Vorschriften sind die Verordnung (EU) 2019/631 zu PW und LNF, sowie die Verordnung (EU) 2019/1242 (inkl. Änderungsverordnung 2024/1610) für SNF. Die EU überarbeitet diese Verordnungen derzeit basierend auf dem «Automotive Package» der EU-Kommission vom Dezember 2025; die den Zeitraum 2030-2034 betreffenden Änderungsvorschläge, die mit der Teilrevision des CO_2-Gesetzes nachvollzogen werden sollen, sind:

- Das Reduktionsziel für leichte Nutzfahrzeuge für die Zeit ab 2030 wurde von -50% auf -40% gelockert. Das entspricht einem Anstieg des Zielwerts von 90.6 auf 108.7 g CO_2/km.
- Die Zielvorgaben in den Jahren 2030 bis 2032 für PW und LNF sollen mit einem zeitlichen Flexibilitätsmechanismus im Durchschnitt über die Neuwagenflotten dieser Jahre erreicht werden können.

Hinzu kommt die Regulierung zusätzlicher Fahrzeuggruppen der SNF und Verschärfung der Zielwerte für die SNF (43% statt 30% Reduktion ggü. Basisjahr); dies entspricht geltendem EU-Recht nach Änderungsverordnung 2024/1610, welches die Schweiz noch nicht nachvollzogen hat, da die entsprechenden Beschlüsse erst nach

[1] Im vorliegenden Bericht umfasst der Begriff «schwere Nutzfahrzeuge» (SNF) nur Sachentransportfahrzeuge, keine Personentransportfahrzeuge wie Busse oder Reisecars. S. dazu auch Kapitel 3.2.2.

dem Entscheid zum revidierten CO_2-Gesetz im Frühjahr 2024 in der EU getroffen wurden.

Der vorliegende Bericht untersucht die Auswirkungen der vorgeschlagenen Teilrevision anhand zweier Szenarien (s. Kap. 2.2). Diese Szenarien sind abgestimmt mit weiteren parallel laufenden Projekten der Bundesverwaltung, in welchen die zukünftige Entwicklung der Fahrzeugflotte, des Energieverbrauchs und der Emissionen des Strassenverkehrs ebenfalls relevant sind, wie die Energieperspektiven 2060 (EP2060) des BFE, in welche auch das BAFU aufgrund neuer Massnahmen im Klimabereich eingebunden ist, aber auch die Verkehrsperspektiven des ARE und die geplante Abgabe für E-Fahrzeuge des ASTRA.

1.2. Studienziel

Die Auswirkungen der Teilrevision des CO_2-Gesetzes betreffend Emissionsvorschriften für Neufahrzeuge ab 2030 werden untersucht. Dazu werden für die Fahrzeuggruppen Personenwagen (PW), leichte Nutzfahrzeuge (LNF; schliessen auch leichte Sattelschlepper bis 3.5 t mit ein) und schwere Nutzfahrzeuge (SNF) folgende Analysen durchgeführt:

- Darstellung von Rahmenbedingungen und Umfeld, d.h. Anteile der Antriebs- bzw. Treibstoffarten und der bisherigen Erreichung der CO_2-Ziele der Neufahrzeuge, sowie der regulatorischen Ausgangslage;
- Definition zweier Szenarien für die Entwicklung der CO_2-Emissionen des Neuwagenflotte: Ein Referenzszenario, welches die aktuell gültigen Vorschriften abbildet, und ein Szenario, welches die Teilrevision des CO_2-Gesetzes unterstellt.
- Berechnung der Auswirkungen der Szenarien auf:
  - die CO_2-Emissionen der gesamten Fahrzeugflotte der entsprechenden Fahrzeuge in t CO_2/a,
  - sowie den Grad der Zielerreichung[2] und der anfallenden Sanktionen.

[2] Der Begriff «Zielerreichung» bezieht sich im vorliegenden Bericht immer auf die CO_2-Zielwerte der Neufahrzeuge, nicht auf die Erreichung der KlG-Ziele.

2. Vorgehen

2.1. Systemgrenzen

Die vorliegende Studie untersucht die Auswirkungen einer Teilrevision der CO_2-Emissionsvorschriften für Neufahrzeuge auf den **Zeitraum 2025-2034** (bzw. bis 2040 für die Emissionen der Gesamtflotte, da die Auswirkungen der Neuzulassungen auf die Gesamtflotte erst mit einer zeitlichen Verzögerung sichtbar werden).

Betrachtet werden die **Inlandflotten der regulierten Fahrzeuggruppen** im Strassenverkehr, d.h.

- Personenwagen (PW)
- Leichte Nutzfahrzeuge (LNF) inkl. leichte Sattelschlepper bis 3.5 t[3]
- Regulierte Fahrzeuggruppen innerhalb der schweren Güterfahrzeuge (Lastwagen, Sattelschlepper). Diese orientieren sich an der EU-Regulierung (Verordnung (EU) 2024/1610); der Anteil der regulierten Fahrzeuge nimmt 2030 zu, da dann für weitere Fahrzeuggruppen Zielwerte in Kraft treten (s. Tabelle 3und Abbildung 12).

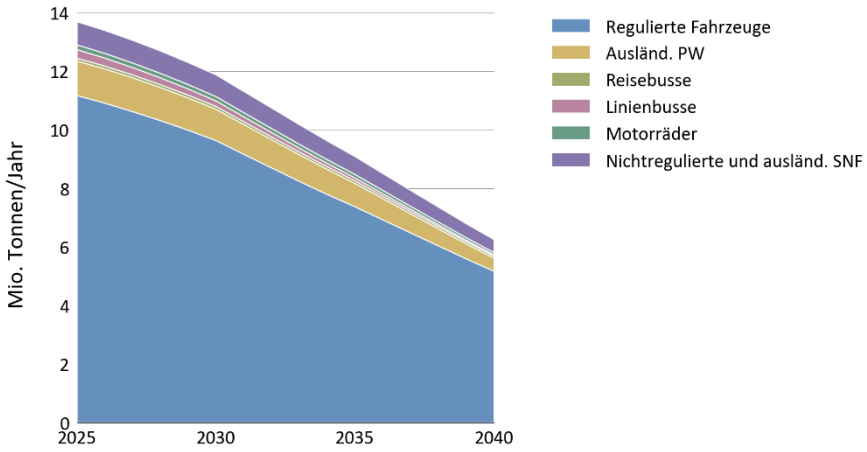
Busse und Reisecars unterstehen zwar ab 2030 der Verordnung (EU) 2024/1610; aufgrund ihrer geringen Emissionsrelevanz werden sie im vorliegenden Bericht in den modellierten Szenarien aber nicht mitberücksichtigt (vgl. auch Kap. 3.2.3). Motorräder werden nicht betrachtet.

Die Fahrzeugkilometer der ausländischen, in der Schweiz verkehrenden Fahrzeuge sind ebenfalls nicht berücksichtigt. Welcher Anteil der gesamten CO_2-Emissionen des Strassenverkehrs auf dem Territorium der Schweiz somit in den im vorliegenden Bericht gezeigten Abbildungen und Tabellen berücksichtigt wird, zeigt Abbildung 1.

Bezüglich CO_2 werden die **gesamten CO_2-Emissionen** berechnet, also das Total des fossilen und biogenen CO_2-Ausstosses ohne Abzug für die Anteile biogener (oder synthetischer) Treibstoffe im Treibstoffmix. Dies deswegen, weil der Treibstoffmix von Fördermassnahmen abhängt, deren Ausgestaltung teilweise noch offen ist.

[3] Die LNF umfassen auch «Bourgeois-Fahrzeuge», d.h. emissionsfreie Lieferwagen mit 3.5 bis 4.25 t Gesamtgewicht, die abgesehen vom Gewicht der Definition des Lieferwagens entsprechen und bei denen das 3,5 t überschreitende Gewicht einzig durch das Mehrgewicht des emissionsfreien Antriebs verursacht wird (Art. 17b Abs. 1 CO_2-Verordnung). Die Bezeichnung «Bourgeois-Fahrzeuge» geht auf eine entsprechende Motion des Nationalrats Jacques Bourgeois zurück (

Abbildung 1: Verhältnis der CO_2-Emissionen unter dem Szenario «WWB-0» der in der vorliegenden Studie berücksichtigen Fahrzeuge (blaue Fläche) zu denjenigen der nicht-regulierten und ausländischen Fahrzeuge (andere Farben).



Grafik INFRAS. Quelle: Eigene Berechnungen

2.2. Szenarien

Die Szenarien der vorliegenden Studie sind an diejenigen der EP2060 angelehnt (s. Storylines in Tabelle 1):

- «WWB-0» («Weiter wie bisher») unterstellt die Beibehaltung und Weiterführung der bis Ende 2025 in Kraft getretenen Gesetze und Verordnungen.
  Beachte: Die Bezeichnung «WWB-0» dient zur Unterscheidung dieses Szenarios vom Szenario «WWB» der EP2060. Letzteres unterstellt bereits den nur um 40% anstatt um 50% ggü. 2021 reduzierten Zielwert für die LNF ab 2030 (vgl. Tabelle 1).
- Das Szenario «Teilrevision» unterstellt die Anpassungen der Teilrevision. Konkret werden die SNF-Zielwerte ab 2030 gemäss EU-Regelung verschärft, dann aber auf diesem Niveau beibehalten. Zudem werden die Auswirkungen einer Flexibilisierung der Zielerreichung im Zeitraum 2030-2032 untersucht. Bei den LNF wird die Wirkung der Lockerung des Zielwerts von -50% auf -40% aufgezeigt.

Im Kap. 5 (Zielerreichung und Sanktionen) wird zudem für PW und LNF je eine progressive Marktvariante des Szenarios «Teilrevision» verwendet, welche sich durch bis 6% höhere BEV-Anteile an den Neuzulassungen (auf Kosten der Benzin- und Dieselfahrzeuge) in den Jahren ab 2029 vom Szenario «Teilrevision» unterscheidet. Die entsprechenden Flottenentwicklungen können im Anhang A3eingesehen werden. Zudem werden weitere Varianten des Szenarios «Teilrevision» mit identischem Marktverlauf wie «Teilrevision», aber mit Variationen der Sanktionsparameter (Erleichterungen durch Supercredits oder Zielmarktanteile) verwendet.

Eine zentrale Annahme der Studie ist, dass die CO_2-Emissionsvorschriften der Haupttreiber für die Entwicklung der Anteile der Antriebstechnologien (Benzin, Diesel, batterieelektrische Fahrzeuge oder BEV, Plug-in-Hybride oder PHEV, etc.) bei den Neufahrzeugen sind. Diese Anteile werden daher, als Input in das HBEFA-Flottenmodell (s. nächstes Kapitel) so festgelegt, dass die CO_2-Zielwerte mit der in Tabelle 1festgelegten Anzahl Jahre Verspätung erreicht werden. Es wird angenommen, dass die Einführung der Abgabe für E-Fahrzeuge ebenfalls zu dieser verspäteten Zielerreichung beiträgt. Es findet keine mikroökonomische Modellierung der Kaufentscheide für Antriebstechnologien statt.

Dies stützt sich auf die beobachtete Wirkung der bereits seit 2012 für PW und seit 2020 auch für LNF geltenden Vorschriften: Die durchschnittlichen CO_2-Emissionen der Neufahrzeuge konnten dadurch deutlich gesenkt werden, auch wenn sich ein Teil der Verbesserung nur auf die Emissionen während der Typenprüfung bezog und der reale Ausstoss auf der Strasse deutlich weniger rasch sank (die Umstellung des Prüfzyklus von NEFZ auf den realitätsnäheren WLTP im Jahr 2021 hat diesen Effekt teilweise behoben). Auf die in der Vergangenheit beobachtete Wirkung dieser Vorschriften stützt sich auch die in den Szenarien «WWB», «Massnahmen» und «Teilrevision» unterstellte sprunghafte Abnahme der CO_2-Durchschnittswerte in denjenigen Jahren, in welchen die Zielwerte verschärft werden (welche sich durch eine entsprechende Zunahme des Anteils von Null- oder Niedrigemissionsfahrzeugen in der Neuwagenflotte ergeben). Auch die Annahme der Einhaltung der Zielwerte mit wenigen Jahren Verspätung entspricht der bisherigen Beobachtung. Eine grafische Darstellung der Zielerreichung je Szenario findet sich in Abbildung 20, Abbildung 23und Abbildung 27.

Tabelle 1: Storylines und gesetzliche Zielwerte der untersuchten Szenarien.

	PW	LNF	SNF
WWB-0			
Storyline	Zielwerte bis 2034 mit 2-4 Jahren Verspätung eingehalten. Neuzulassungsanteile in Verschärfungsjahren sprunghaft besser. Elektrifizierung ab 2035 deutlich langsamer (keine Zielwertverschärfung ab 2035).	Zielwerte bis 2034 mit 2-4 Jahre Verspätung eingehalten. Neuzulassungsanteile in Verschärfungsjahren sprunghaft besser. Elektrifizierung ab 2035 deutlich langsamer (keine Zielwertverschärfung ab 2035).	Zielwerte bis 2034 nach spätestens 2-3 Jahren eingehalten. Keine sprunghaften Veränderungen der Neuzulassungsanteile.
Zielwerte Neuzulassungen (g CO_2/km bzw. Reduktion)	2025: 93.6 g (-15% ggü 2021)	2025: 153.9 g (-15% ggü 2021)	2025: -15% ggü. 2019
	2030: 49.5 g (-55% ggü 2021)	2030: 90.6 g (-50% ggü 2021)	2030: -30% ggü. 2019
Teilrevision			
Storyline	Wie «WWB-0»	Wie «WWB-0», aber mit gelockertem Zielwert ab 2030	Zielwerte nach spätestens 2-3 Jahren Verspätung eingehalten. Neuzulassungsanteile in Verschärfungsjahr 2030 sprunghaft besser.
Zielwerte Neuzulassungen (g CO_2/km bzw Reduktion)	2025: 93.6g (-15% ggü 2021)	2025: 153.9g (-15% ggü 2021)	2025: -15%
	2030: 49.5g (-55% ggü 2021)	2030: 108.7g (-40% ggü 2021)	2030: -43%

2.3. CO_2-Emissionen der Gesamtflotte

Die CO_2-Emissionen der Gesamtflotte werden mit der Expertenversion des Handbuchs für Emissionsfaktoren des Strassenverkehrs (HBEFA Version 5.1, Notter, Cox, und Schweizer 2025, www.hbefa.net) berechnet. Das HBEFA wird von INFRAS in Zusammenarbeit mit Partnern wie der Technischen Universität Graz (TUG) und dem Institut für Energie und Umwelt Heidelberg (ifeu) im Auftrag der nationalen Umwelt- oder Verkehrsämter von sechs europäischen Ländern entwickelt und stellt seit 1995 eine Standardquelle für realitätsnahe Energieverbrauchs- und Emissionsfaktoren von Klimagasen und Luftschadstoffen dar. Die Expertenversion des HBEFA enthält zusätzlich zur öffentlichen Version:

- ein Flottenmodell: Dieses wird in der vorliegenden Studie verwendet, um basierend auf der Anzahl der Neufahrzeuge nach Antriebstechnologie sowie deren Überlebenswahrscheinlichkeiten (nach Altersjahr), individuellen jährlichen Fahrleistungen (ebenfalls altersabhängig), sowie absoluten oder relativen Inputs zur Energieeffizienz die Entwicklung der Gesamtflotte prospektiv zu modellieren;
- ein Emissionsmodell: Basierend auf dem Output des Flottenmodells werden die Fahrleistungen mit den CO_2-Emissionsfaktoren ausmultipliziert und entsprechend

dem Fahrleistungsanteil der jeweiligen Fahrzeugschicht gewichtet, um die CO_2-Emissionen zu berechnen.

Die CO_2-Emissionsfaktoren basieren für die Vergangenheit auf den offiziellen CO_2-Monitoring-Werten der EEA (welche für PW/LNF den Verbrauch gemäss Typenprüfung und für SNF den Verbrauch gemäss VECTO darstellen) plus einem Realverbrauchszuschlag (s. z.B. Tietge et al. 2020, Notter et al. 2022), der den durchschnittlichen zusätzlichen realen Verbrauch auf der Strasse aufgrund von Beladung, Wetterverhältnissen, individuellem Fahrverhalten etc. berücksichtigt. Für die Zukunft werden Effizienzverbesserungen berücksichtigt, welche die Annahmen zur zukünftigen Entwicklung zur Effizienz (z.B. Hybridisierung, Verbesserungen im Antriebsstrang, bei Reifen und Luftwiderstand, lightweighting etc.), aber auch Unterschiede/Veränderungen in Fahrzeuggewicht und -grösse beinhalten. Diese Effizienzverbesserungen basieren grösstenteils auf dem HBEFA 5.1-Referenzszenario (s. Notter, Cox, Weller, et al. 2025).

Die Fahrleistungen basieren auf den Verkehrsperspektiven 2050, Szenario WWB (ARE 2022), wobei hier nur die Inlandfahrleistung der regulierten, in der Schweiz zugelassenen Fahrzeuge berücksichtigt wird (vgl. Kap. 2.1). Ihre Entwicklung wird in beiden Szenarien identisch angenommen (s. Abbildung 35 in Anhang A4).

2.4. Zielerreichung und Sanktionen

Den voraussichtlichen Grad der Erreichung der von den Emissionsvorschriften vorgegebenen Zielwerte, sowie die Sanktionen, welche die Fahrzeugimporteure bei Verfehlung bezahlen müssen, schätzen wir mittels stark vereinfachter, in Excel bzw. Python umgesetzter «Tischmodelle». Ihre Funktionsweise ist schematisch in Abbildung 29 (PW/LNF) resp. Abbildung 30 (SNF) in Anhang A1dargestellt. Die folgenden Punkte sind dazu zu beachten:

- Die vereinfachten Schätzmodelle differenzieren die Flotten einzelner Fahrzeug-Importeure nicht – es wird vereinfachend ein einziger grosser Fahrzeugpool angenommen. Damit wird der Grad der Zielerreichung tendenziell über- und die Sanktionen werden tendenziell unterschätzt, da somit Fahrzeuge, deren CO_2-Emissionen unter dem Zielwert liegen, Emissionen von Fahrzeugen über dem Zielwert ohne Einschränkungen kompensieren können. In der Realität ist ein Ausgleich zwischen den Flotten einzelner Importeure durch die Gründung von Emissionsgemeinschaften und mittels sogenannter Abtretungen einzelner Fahrzeuge möglich. Die Vollzugsresultate des BFE der letzten Jahre legen nahe, dass die Importeure diese Möglichkeiten nutzen. Ein Vergleich der Berechnungen des vereinfachten Schätzmodells für PW und LNF mit dem detaillierten, vom BFE im Vollzug verwendeten Tool, in welchem mit Schwellenwerten die Poolgrösse variiert werden kann, zeigt, dass v.a. in Jahren mit niedrigen Sanktionen die Annahme eines Gesamtpools zu niedrigeren Sanktionen führt – in Jahren mit hohen geschätzten Sanktionen resultierten teils geringe relative Unterschiede oder gar höhere Sanktionsschätzungen mit der Unterstellung eines Gesamtpools.

- Im Modell der PW und LNF wird die Gewichtskorrektur, mittels derer die Zielvorgaben für die Flotten einzelner Importeure auf Basis deren durchschnittlichen Flottengewichts berechnet werden, nicht berücksichtigt – die Zielvorgabe wird vereinfachend gleich dem Zielwert gesetzt. Dies führt jedoch nicht zu einer systematischen Über- oder Unterschätzung der Sanktionen, wie Vergleichsrechnungen mit einem detaillierten Berechnungstool zeigten.
- Das Modell für die SNF differenziert aufgrund limitierter Datenverfügbarkeit nicht nach CO_2-Subgroups gemäss Verordnung (EU) 2024/1610 und ordnet den Fahrzeugen nicht die entsprechenden VECTO-Werte und sonstigen berechnungsrelevanten Parameter, die via die Subgroup verknüpft sind – wie Mission Profile Weights, Payload, Annual Mileages und MPW-Faktor (s. Kap. 3.2.1) – zu. Diese Daten sind gegenwärtig erst für die einzige schon 2025 regulierte Fahrzeuggruppe verfügbar, fehlen aber noch für alle zusätzlichen, erst ab 2030 regulierten Fahrzeuggruppen (vgl. Tabelle 3). Das Modell differenziert die Fahrzeuge stattdessen nach HBEFA-Fahrzeugsegmenten und weist diesen HBEFA-CO_2-Emissionsfaktoren zu (in g/km, umgerechnet in g/tkm bzw g/pkm durch grobe Annahmen zur Auslastung). Für Anhänger werden die Differenzen der HBEFA-CO_2-Emissionsfaktoren zwischen Zugfahrzeugen und Zugfahrzeug-Anhänger-Kombinationen verwendet. Durch die Verwendung der HBEFA-Inputs (statt VECTO) wird eine gewisse Ungenauigkeit in Kauf genommen – dafür können aber alle relevanten Fahrzeuggruppen einbezogen werden und es kann vermieden werden, dass die Analyse nur auf die bereits 2025 regulierten Fahrzeuggruppen beschränkt bleibt. Auch die Zielwerte werden auf der Basis von HBEFA-Emissionsfaktoren geschätzt, womit CO_2-Emissionsfaktoren und Zielwerte vergleichbar sind. Um das korrekte absolute Niveau der sanktionsrelevanten Emissionen und Zielabweichungen zu gewährleisten, werden die HBEFA-basierten Ziel- und Emissionswerte auf der Basis deren Verhältnisse zu den entsprechenden Vollzugswerten für 2025, welche für die bereits regulierten Fahrzeuge verfügbar sind, skaliert.

3. Rahmenbedingungen und Umfeld

3.1. PW und LNF

3.1.1. Regulierung in der EU

Die CO_2-Emissionen neu zugelassener PW unterliegen in der EU bereits seit 2012 verbindlichen Vorschriften (Verordnung (EG) 443/2009). Für LNF gelten seit 2014 Flottengrenzwerte (BMU 2020). Die aktuelle Verordnung (EU) 2019/631 gibt für beide Fahrzeuggruppen Flottenzielwerte vor, die sich auf das Zielniveau des Jahres 2021 beziehen. Tabelle 2zeigt die aktuell geltenden relativen Zielwerte bis 2034.

Tabelle 2: Flottenzielwerte für PW und LNF bis 2034 gemäss aktuell geltender Verordnung (EU) 2019/631 (Bezugsjahr = 2021).

Zeitraum	PW	LNF
2025-2029	-15%	-15%
2030-2034	-55%	-50%

Im Rahmen des «Automotive Package» der EU-Kommission vom Dezember 2025 wurden allerdings folgende für den Zeitraum 2030-34 bzw. die Teilrevision des CO_2-Gesetzes relevante Erleichterungen vorgeschlagen:

- Für die LNF soll 2030-2034 nur eine Reduktion um 40% (statt 50%) gelten;
- Die Zielvorgaben in den Jahren 2030 bis 2032 sollen mit einem zeitlichen Flexibilitätsmechanismus im Durchschnitt über die Neuwagenflotten dieser Jahre erreicht werden können.

Für die vorliegende Studie wird dieser Kommissionsvorschlag zugrunde gelegt, Entscheide des europäischen Parlaments und Rats dazu sind ausstehend.

Im Grundsatz gibt die Regelung vor, dass jeder Importeur mit den durchschnittlichen CO_2-Emissionen eine individuelle Zielvorgabe einhalten muss. Überschreitet er diese, schuldet er je Gramm Überschreitung und je Fahrzeug einen Sanktionsbetrag von 95 Euro. Im Weiteren entsprechen sich die EU-Regulierung für neue PW und LNF und jene der Schweiz für den Zeitraum bis 2030 bereits weitgehend (s. Kap. 3.1.2).

3.1.2. Regulierung in der Schweiz

Die Regulierung in der Schweiz umfasst das geltende CO_2-Gesetz und die CO_2-Verordnung. Sie entspricht weitgehend den Bestimmungen zu Neufahrzeugen gemäss der EU-Verordnung (s. oben).

Das **CO_2-Gesetz** regelt

- in Art. 10 die absoluten Zielwerte für PW und LNF (sowie die relativen Zielwerte für die SNF, s. Kap. 3.2.2);
- in Art. 11 und 12 die Grundsätze der Berechnung der individuellen Zielvorgabe und der durchschnittlichen CO_2-Emissionen;
- in Art. 11a die Möglichkeit der Anrechnung der Inverkehrbringung erneuerbarer synthetischer Treibstoffe;
- und in Art. 13 den Grundsatz der Sanktionierung bei einer Überschreitung der Zielvorgabe und die Bandbreite der Sanktionsbeträge pro Gramm Überschreitung der Zielvorgabe (95 bis 152 CHF für PW und LNF).

Die **CO_2-Verordnung** regelt

- in Art. 17*a* bis 17*c* die Fahrzeuge, für welche die Vorschriften gelten:
  - Personenwagen
  - Lieferwagen bis 3.5 t Gesamtgewicht oder bis 4.25 t Gesamtgewicht, wenn das Gewicht über 3.5 t nur für einen alternativen Antrieb (z.B. die Batterie) bedingt ist
  - Leichte Sattelschlepper bis 3.5 t
- in Art. 18 resp. 22 die Definition von Grossimporteuren und Emissionsgemeinschaften;
- in Art. 22*a* die Abtretung von Fahrzeugen zwischen Importeuren;
- in Art. 25 die Bestimmung der CO_2-Emissionen auf Basis von WLTP-Werten, sowie Default-Werte (mit Verweis auf Anhang 4);
- in Art. 26 die Verminderung der CO_2-Emissionen durch Ökoinnovationen bis zu 7 g/km;
- in Art. 26*b* und Anhang 4b die Berechnungsweise bei der Inverkehrbringung erneuerbarer synthetischer Treibstoffe;
- in Art. 26*c* die ZLEV-Zielmarktanteile: Diese führen zu einer Verminderung der CO_2-Emissionen um den Prozentsatz der Überschreitung, wenn der Anteil von Null- und Niedrigemissionsfahrzeugen (ZLEV)
  - bei PW die Anteile von 23-25% in den Jahren 2025-2027 überschreitet – maximal um 7% (2025), 6% (2026), oder 5% (2027)
  - bei LNF die Anteile von 8-10% in den Jahren 2025-2027, oder 30% im Jahr 2030 überschreitet – maximal um 7% (2025), 6% (2026), oder 5% (2027 und 2030)
- in Art. 27 die Berechnung der durchschnittlichen CO_2-Emissionen der Neuwagenflotte eines Grossimporteurs (Verweis auf Anhang 4c);
- in Art. 28 die Berechnung der Zielvorgabe (Verweis auf Anhang 4a);

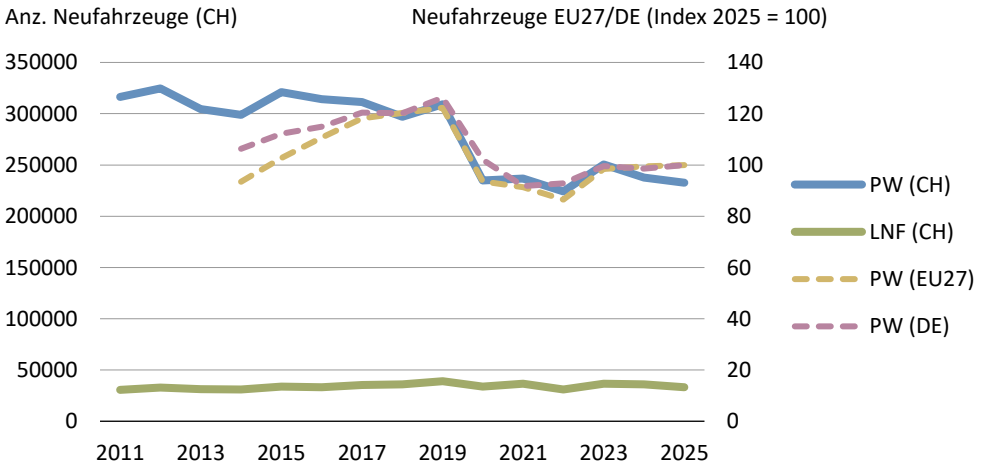
- in Art. 29 und 30 die Sanktionsbeträge und deren Rundung (mit Verweis auf Anhang 5)

3.1.3. Historische Marktentwicklung in der Schweiz

Die **Anzahl neu registrierter PW** pro Jahr bewegt sich in der Grössenordnung von 220'000 bis 325'000 Fahrzeugen; sie ist in der Schweiz im letzten Jahrzehnt in der Tendenz rückläufig (Abbildung 2). V.a. im Pandemiejahr 2020 hat die Anzahl Neuzulassungen abgenommen und sich seither erst zögerlich erholt. Die Entwicklung sowohl in der gesamten EU27, wie auch in Deutschland alleine, verlief ab 2020 ähnlich. Die Gesamtflotte (Anzahl PW aller Altersklassen) und deren Fahrleistungen nimmt jedoch, v.a. aufgrund der steigenden Lebensdauer der Fahrzeuge, nach wie vor zu.

Die Mehrheit der PW ist traditionell benzinbetrieben; ab dem Jahr 2000 bis ca. 2015 nahm jedoch der Anteil Dieselfahrzeuge an den Neuregistrierungen auf fast 40% zu (Abbildung 3). Der Dieselskandal, durch welchen die tatsächlichen NO_x-Emissionen von Dieselfahrzeugen einer breiten Öffentlichkeit bekannt wurden, sowie die Erkenntnis, dass auch bei den realen CO_2-Emissionen der Benziner ein höheres Reduktionspotenzial als bei Dieselfahrzeugen bestand, führte diesbezüglich zu einer Trendwende. Seit ca. 2019 hat der Anteil der Steckerfahrzeuge (hauptsächlich batterie-elektrische Fahrzeuge sowie Benzin-Plugin-Hybride) deutlich zugenommen und lag 2025 bei 34.4% (BFE 2026). Andere Antriebsarten wie Erdgas, Flex-Fuel-Fahrzeuge (welche mit hohen Bioethanol-Anteilen umgehen können) oder Wasserstoff-Brennstoffzellen sind mengenmässig nicht relevant.

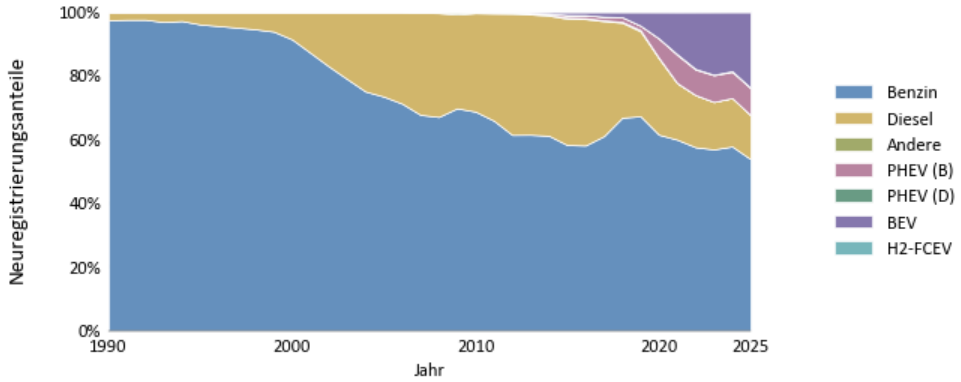
Abbildung 2: Entwicklung der Anzahl Neuzulassungen von PW und LNF in der Schweiz, 2011-2025 und Vergleich mit der EU27 und Deutschland.



Die Anzahl Neufahrzeuge in der Schweiz ist in absoluten Zahlen (linke y-Achse) angegeben; die Anzahl neuer PW in Deutschland und der EU ist indexiert auf 2025 (rechte y-Achse) gezeigt, um den ähnlichen zeitlichen Verlauf zu verdeutlichen.

Grafik INFRAS. Quelle: HBEFA 5.1, BFS, Eurostat

Abbildung 3: Neuregistrierungsanteile PW, 1990-2025

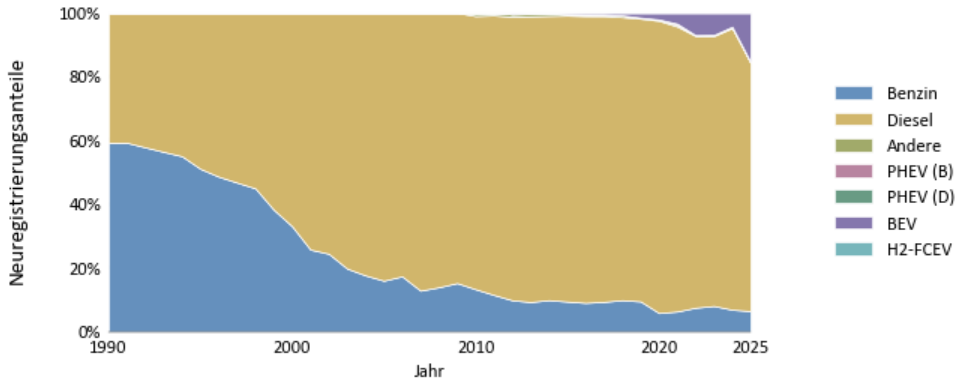


Grafik INFRAS. Quelle: IVZ (ASTRA), eigene Auswertung

Die **Anzahl neuer LNF** bewegt sich auf deutlich tieferem Niveau, zwischen 30'000 und 40'000 Neufahrzeugen pro Jahr. Die Tendenz ist leicht steigend, mit leichten Einbrüchen in den Jahren 2020 und 2022 (Abbildung 2).

Die Mehrheit der LNF ist historisch dieselbetrieben (Abbildung 4). Der Diesel-Anteil nahm in den 90er- und Nullerjahren zu und bewegt sich seit 2010 bei rund 80-90%. Ebenfalls seit 2019 kommen zunehmende Anteile batterie-elektrischer Fahrzeuge in die Flotte; der Anteil Steckerfahrzeuge liegt aber niedriger als bei PW, 2025 lag er bei 20%.

Abbildung 4: Neuregistrierungsanteile LNF, 1990-2025

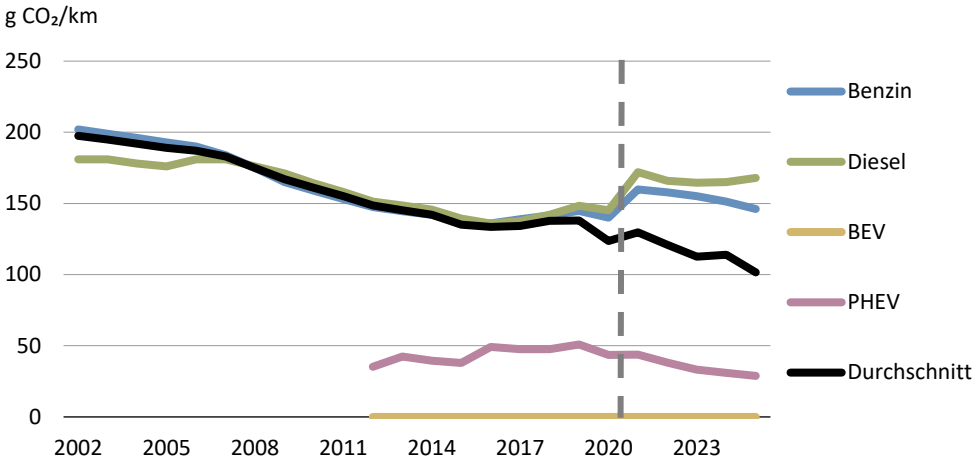


Grafik INFRAS. Quelle: IVZ (ASTRA), eigene Auswertung

Die **historischen CO_2-Emissionen neu zugelassener PW** gemäss Typenprüfung sind in Abbildung 5dargestellt.

- Die Emissionen benzin- und dieselbetriebener PW weisen einen abnehmenden Trend über die Zeitreihe auf; nach der Umstellung des Prüfverfahrens vom NEFZ (Neuer Europäischer Fahrzyklus) auf WLTP (World Harmonised Light Duty Test Protocol) im Jahr 2021 ergab sich allerdings ein Sprung nach oben – die Typenprüf-Werte, welche sich bis 2020 immer weiter vom realen CO_2-Ausstoss auf der Strasse entfernt hatten (bis zu einer Unterschätzung um ca. 40%, s. z.B. Tietge et al. 2020) näherten sich damit der Realität wieder an (auf ca. 7-15%, Dornoff et al. 2024). Die Abnahme fällt bei den Benzinern ausgeprägter aus als bei den Dieselfahrzeugen – wiesen sie anfangs der Zeitreihe noch höhere CO_2-Emissionen auf, so liegen sie mittlerweile deutlich unterhalb der Dieselfahrzeuge. Dieses Verhältnis hat neben der Effizienz auch mit der Grösse der Fahrzeuge zu tun; die Dieselfahrzeuge sind im Durchschnitt schwerer, der relative Gewichtsunterschied hat zwischen 2002 und 2025 von rund 18% auf rund 31% zugenommen; abgesehen von 2025 lag er allerdings seit 2010 immer zwischen 26% und 29%, womit die relative Verbesserung der Benziner ggü. den Dieslern in diesem Zeitraum höchstens zu einem kleinen Teil der Gewichtsentwicklung zugeschrieben werden kann.
- Die Typenprüf-Emissionen der Plug-in-Hybride (PHEV) liegen zwischen 30 und 50 g CO_2/km; dies liegt weit unterhalb ihrer realen Emissionen, da das Typenprüfverfahren bisher deutlich zu hohe elektrische Fahrleistungsanteile (sogenannte «Utility factors» oder UF) unterstellt. Weil dies gemäss Verordnung (EU) 2017/1151 in den nächsten Jahren in zwei Stufen angepasst werden soll, steigen denn auch die spezifischen CO_2-Emissionen der PHEV in unseren Szenarien in den kommenden Jahren an (s. Kap. 2.4 und 4.2).
- Batterieelektrische Fahrzeuge (BEV) stossen im Betrieb kein CO_2 aus.
- Aus den Verläufen nach den einzelnen Antriebstechnologien ergeben sich, gewichtet mit den Neuzulassungsanteilen (s. oben) insgesamt deutlich abnehmende durchschnittliche CO_2-Emissionen – von rund 197.5 g/km im Jahr 2002 auf 101.6 g/km im Jahr 2025.

Abbildung 5: CO_2-Emissionen neu zugelassener PW gemäss Typenprüfung. Die vertikale gestrichelte Linie markiert den Wechsel des Prüfverfahrens von NEFZ auf WLTP.

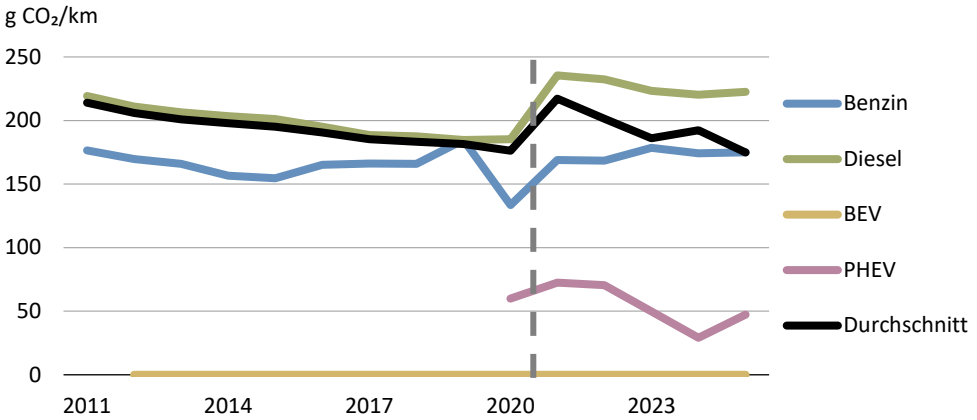


Die vertikale gestrichelte Linie markiert die Umstellung des Prüfverfahrens von NEFZ auf WLTP.

Grafik INFRAS. Quelle: BFE

Die verfügbare Zeitreihe der **historischen CO_2-Emissionen neu zugelassener LNF** ist etwas kürzer, sie beginnt erst im Jahr 2011 (Abbildung 6). Sie ist entsprechend stärker dominiert durch die NEFZ-WLTP-Umstellung und den darauf zurückzuführenden Sprung nach oben. Bei den LNF liegt der deutlich höhere Ausstoss der Dieselfahrzeuge verglichen mit den Benzinern klar am höheren Durchschnittsgewicht der Dieselfahrzeuge. Da Plug-in-Hybride bei den LNF keinen wesentlichen Anteil an den Neuzulassungen ausmachen und sich die spezifischen CO_2-Emissionen der Dieselfahrzeuge seit 2021 nur leicht verbessert haben (und diejenigen der Benziner sogar zugenommen haben), ist der abnehmende Trend des Gesamtdurchschnittes seit 2021 auf den zunehmenden Anteil batterieelektrischer Fahrzeuge (BEV) zurückzuführen.

Abbildung 6: CO_2-Emissionen neu zugelassener LNF gemäss Typenprüfung. Die vertikale gestrichelte Linie markiert den Wechsel des Prüfverfahrens von NEFZ auf WLTP.



Die vertikale gestrichelte Linie markiert die Umstellung des Prüfverfahrens von NEFZ auf WLTP.

Grafik INFRAS. Quelle: BFE

Die **historische Zielerreichung** der CO_2-Vorschriften sowie die **Sanktionen** für PW und LNF sind in Abbildung 7und Abbildung 8 dargestellt. Neben den gesetzlich festgeschriebenen CO_2-Zielwerten sind auch die effektiven Zielvorgaben im Durchschnitt der Importeure dargestellt, welche aufgrund der Berücksichtigung der durchschnittlichen Leergewichte meist etwas höher ausfallen als die Zielwerte – und neben dem ungewichteten Durchschnitt der CO_2-Emissionen (welcher den Darstellungen in Abbildung 5 und Abbildung 6 entspricht) sind auch die für die Sanktionen massgeblichen CO_2-Emissionen der Importeure nach Erleichterungen (wie Phasing-in, Supercredits für emissionsarme Fahrzeuge) gezeigt. Somit wird ersichtlich, dass die Ziellücke durch die Berücksichtigung der individuellen Zielvorgaben und Erleichterungen deutlich geringer ausfällt.

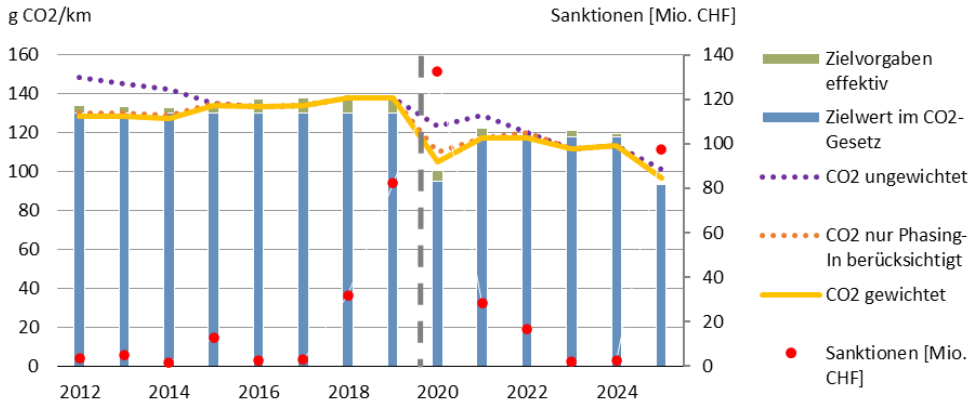
Die tatsächlich bezahlten Sanktionen basieren auf dieser reduzierten Ziellücke. Sie beliefen sich im Total

- für die PW in den meisten Jahren auf unter 20 Mio. CHF; nur in den Jahren 2018-2021 und 2025 waren sie höher – am höchsten im Jahr 2020 mit 132 Mio. CHF (nach der deutlichen Absenkung des NEFZ-basierten Zielwertes auf 95 g) sowie im Jahr 2025 (nach der erneuten Absenkung des mittlerweile WLTP-basierten Zielwertes auf 93.6 g) mit knapp 98 Mio. CHF;
- für die LNF ebenfalls in den meisten Jahren auf unter 20 Mio. CHF; am höchsten fielen die Sanktionen in den Jahren 2024 und 2025 mit rund 22 resp. 26 Mio. CHF aus.

Insgesamt wird insbesondere aus Abbildung 7ersichtlich, dass die CO_2-Emissionen im Flottendurchschnitt ziemlich genau den gesetzlichen Vorgaben folgen; in den Jahren nach Einführung eines strengeren Grenzwertes fallen auch die CO_2-Emissionen der Neufahrzeuge – allerdings werden die Ziele im ersten Jahr nach Inkrafttreten des

neuen Grenzwertes noch nicht ganz erreicht, und es fallen dann jeweils die höchsten Sanktionen an. Diese Beobachtung bildet die Basis für unsere Annahme für die Szenarien «WWB» und «Massnahmen», dass auch in Zukunft die CO_2-Durchschnitte nach Einführung strengerer Grenzwerte treppenstufenartig sinken werden, die Grenzwerte aber erst mit einem oder ein paar Jahren Verspätung eingehalten werden können (vgl. Kap. 2.2).

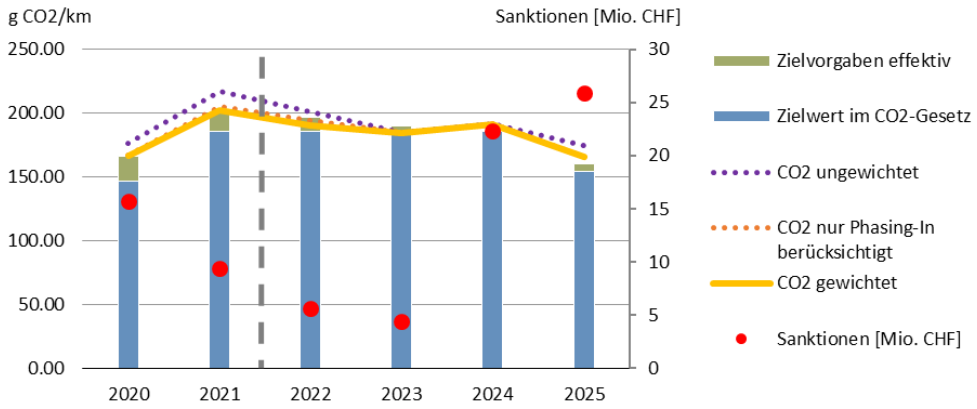
Abbildung 7: Historische Erreichung der CO_2-Zielwerte und Sanktionen für neuzugelassene PW.



Die Sanktionsbeträge stehen auf der rechten y-Achse. Die vertikale gestrichelte Linie markiert die Umstellung des Prüfverfahrens von NEFZ auf WLTP.

Grafik INFRAS. Quelle: BFE

Abbildung 8: Historische Erreichung der CO_2-Zielwerte und Sanktionen für neuzugelassene LNF.



Die Sanktionsbeträge stehen auf der rechten y-Achse. Die vertikale gestrichelte Linie markiert die Umstellung des Prüfverfahrens von NEFZ auf WLTP.

Grafik INFRAS. Quelle: BFE

3.2. SNF

3.2.1. Regulierung in der EU

Die EU reguliert die CO_2-Emissionen neu zugelassener SNF seit 2019 in der Verordnung (EU) 2019/1242. Diese erste Verordnung betraf Lastwagen und Sattelschlepper mit 6x2-Achskonfiguration[4] und solche mit 4x2-Achskonfiguration ab einem zulässigen Gesamtgewicht von mindestens 16 t (s. Abbildung 9), und schrieb ab 2025 eine CO_2-Reduktion um 15% ggü. dem Basisjahr 2019/2020, sowie ab 2030 eine Reduktion um 30% vor.

Abbildung 9: SNF-Typen und -Konfigurationen der EU-Fahrzeuggruppe «Heavy lorries >16 t with 4×2 and 6×2 axle configurations».

Fahrzeugtyp	Achsenkonfiguration	ohne Anhänger	mit Anhänger
Lastkraftwagen	4x2		
Sattelzugmaschinen	4x2		
Lastkraftwagen	6x2		
Sattelzugmaschinen	6x2		

Grafik INFRAS.

Die Änderungsverordnung (EU) 2024/1610 erweiterte den Geltungsbereich der Regulierung auf zusätzliche Fahrzeuggruppen, insbesondere auch Linienbusse, Reisecars, und Anhänger, verschärfte die ab 2030 gültigen Zielwerte und ergänzte weiter verschärfte Zielwerte ab 2035 und 2040. Die regulierten Fahrzeuggruppen und die Zielwerte bis 2034 sind in Tabelle 3dargestellt. Es sind damit weiterhin nicht alle SNF durch die Verordnung (EU) 2024/1610 reguliert, z.B. fünfachsige Lastwagen und Sattelschlepper und gewisse andere Achskonfigurationen (s. Abbildung 12) fallen nicht darunter.

[4] Die Achskonfiguration bezeichnet die gesamte Anzahl Rad-Enden x die angetriebene Anzahl Rad-Enden. Eine Achse hat 2 Rad-Enden. Achskonfiguration 4x2 bedeutet daher 2 Achsen, wovon eine angetrieben ist.

Tabelle 3: CO_2-Zielwerte bis 2034 für SNF gemäss Verordnung (EU) 2024/1610.

EU-Fahrzeuggruppe	2025-2029	2030-2034	Basisjahr	Zielwerttyp
Medium lorries		43%	2025	a
Heavy lorries >7.4 t and ≤ 16 t		43%	2021	a
Heavy lorries >16 t with 4×2 and 6×2 axle configurations	15%	43%	2019	a
Heavy lorries with special axle configuration		43%	2025	a
Coaches and interurban buses		43%	2025	a
Primary vehicles coaches and interurban buses		43%	2025	a
Trailers		7.50%	2025	a
Semi-trailers		10%	2025	a
Urban buses		90%	n/a	b

Zielwerttyp:
a = CO_2-Reduktion ggü. Basisjahr
b = Anteil Nullemissionsfahrzeuge

Die wichtigsten Mechanismen der Verordnung (EU) 2024/1610 lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Die regulierten Fahrzeuge werden einer «CO_2 Subgroup» zugeordnet. Die Subgroups der SNF sind in Tabelle 4 dargestellt; auch für Busse, Reisecars, Vocational vehicles (Spezial-Nutzfahrzeuge, Kommunal-, Bau- bzw. Arbeitsfahrzeuge) sind Subgroups definiert, die hier nicht dargestellt sind.
- Bestimmte Nutzungsprofile, sogenannte «Mission profiles» sind definiert. Diese entsprechen Kombinationen der Art der Nutzung (z.B. Urban delivery, Regional delivery, Long-haul delivery) und der Beladung (z.B. «payload low», «payload representative»).
- Mit jeder «CO_2 Subgroup» sind folgende Parameter verknüpft:
  - «Mission Profile Weights»: Die Gewichtung der einzelnen Mission profiles
  - «Annual mileage»: Typische jährliche Fahrleistung
- Jedem «Mission profile» sind typische Beladungen (payloads) zugewiesen.
- Die CO_2-Emissionen werden im vom Joint Research Centre (JRC) der EU-Kommission entwickelten Simulationstool VECTO in g/tkm berechnet. VECTO berechnet die Emissionen für jedes «Mission profile», die resultierenden Werte pro «Mission profile» werden mittels der «Mission profile weights» zu einem gewichteten Durchschnitt pro Fahrzeug aggregiert.

  Die CO_2-Emissionswerte von Anhängern werden in VECTO durch die Differenz der CO_2-Emissionen eines standardisierten Zugfahrzeugs mit und ohne Anhänger simuliert.
- Bei der Aggregation der CO_2-Emissionen zu einem herstellerspezifischen Flottendurchschnitt, wie auch bei der Berechnung der Zielwerte in den Bezugsjahren, werden die VECTO-Werte mit den «MPW-Faktoren» multipliziert (s. Tabelle 4). Der Wert des MPW-Faktors für alle Subgroups ausser «5-LH» liegt unter 1. Somit

entsprechen die resultierenden sanktionsrelevanten CO_2-Durchschnittswerte pro Hersteller wie auch die Zielvorgabe nicht realen CO_2-Durchschnittswerten, sondern aufgrund der Multiplikation mit den MPW-Faktoren deutlich niedrigeren absoluten Werten.

- Als weitere Erleichterung wird der resultierende CO_2-Durchschnittswert eines Herstellers um den Anteil ZEV (Zero Emission Vehicles) in seiner Flotte, welcher zwischen ZEV-Benchmark und -Cap liegen, reduziert (analog zur ZLEV-Zielmarktanteil-Regelung bei den PW und LNF). Dies ergibt den massgeblichen CO_2-Wert für den Importeur.
- Anders als bei PW und LNF führt gemäss geltender EU-Regulierung nicht eine Überschreitung der Zielvorgabe zu Sanktionen, sondern
  - Eine Zielvorgabe-Überschreitung ergibt eine «Emission debt» (Emissionslastschrift). Die «Emission debt» hat eine Obergrenze, welche dem Zielwert multipliziert mit 5% der Anzahl Neuregistrierungen des Importeurs entspricht;
  - Eine Unterschreitung ergibt einen «Emission credit» (Emissionsgutschrift). Dafür muss dafür aber nicht die über 5 Jahre konstant bleibende Zielvorgabe unterschritten werden, sondern ein «Trajectory» (deutsch «Emissionsreduktionskurve»), welches durch lineare Interpolation der Zielwerte von 2025 und 2030 gebildet wird. Dieses «Trajectory» liegt unterhalb der Zielvorgabe – somit ist es schwieriger zu unterschreiten. Es wird damit ein Anreiz gesetzt, durch Übererfüllung der Ziele eine Gutschrift zu erlangen, die später (beim Inkrafttreten strengerer Zielwerte) zum Abbau von Lastschriften verwendet werden kann.
  - Am 30. März 2026 wurde die Regelung so angepasst, dass in den Jahren 2025-2029 eine Unterschreitung der herstellerspezifischen Zielvorgabe statt des strengeren «Trajectories» zu Emissionsgutschriften führt. Dies ermöglicht es Herstellern, in den Jahren vor 2030 mehr Emissionsgutschriften zu sammeln und somit die Einhaltung der Vorschriften ab 2030 zu erleichtern[5].
- «Emission credits» und «debts» können (in beschränktem Umfang) miteinander verrechnet werden; sie können dank dem «Banking and Borrowing» genannten Mechanismus über mehrere Jahre akkumuliert und dann erst verrechnet werden. Dies senkt die Sanktionslast, da in der Tendenz «credits» und «debts» beim gleichen Importeur nicht in den gleichen Jahren auftreten.
- Erst die Differenz von «credits» und «debts», welche in bestimmten Jahren abgerechnet werden muss, wird mit dem Sanktionsbetrag von 4250 EUR pro g/tkm bzw. g/pkm multipliziert und ergibt die Sanktion.

[5] Schwere Nutzfahrzeuge: Rat beschließt gezielte Flexibilität für die Einhaltung der CO_2-Ziele durch Hersteller - Consilium

Tabelle 4: CO_2-Subgroups für SNF gemäss Verordnung (EU) 2024/1610, inkl. zugewiesene jährliche Fahrleistung und MPW-Faktoren.

EU-Fahrzeuggruppe	Kabinentyp	Motorleistung	CO_2 Subgroup	Jährl. Fahrleistung [km]	MPW-Faktor
Rigid lorries with axle configuration 4 × 2 and technically permissible maximum laden mass > 16 tonnes	All	< 170 kW	4-UD	60 000	0.10
	Day cab	≥ 170 kW	4-RD	78 000	0.15
	Sleeper cab	≥ 170 kW and < 265 kW			
	Sleeper cab	≥ 265 kW	4-LH	98 000	0.45
Rigid lorries with axle configuration 6 × 2	Day cab	All	9-RD	73 000	0.29
	Sleeper cab		9-LH	108 000	0.90
Tractors with axle configuration 4 × 2 and technically permissible maximum laden mass > 16 tonnes	Day cab	All	5-RD	78 000	0.50
	Sleeper cab	< 265 kW			
	Sleeper cab	≥ 265 kW	5-LH	116 000	1.00
Tractors with axle configuration 6 × 2	Day cab	All	10-RD	68 000	0.43
	Sleeper cab		10-LH	107 000	0.92

3.2.2. Regulierung in der Schweiz

Die geltende Schweizer Gesetzgebung für SNF entspricht in groben Zügen der Verordnung (EU) 2019/1242 – d.h. es sind bisher Lastwagen und Sattelschlepper ab einem zulässigen Garantiegewicht von mindestens 16 t mit 4x2- und 6x2-Achskonfiguration betroffen und es gelten die Zielwerte von 15% Reduktion ab 2025 und 30% ab 2030 (bezogen auf Basisjahr 2019 und dem entsprechenden Ausgangswert gemäss EU-Regelung).

Die Vorschriften sind in denselben Erlassen enthalten wie diejenigen für PW und LNF, d.h. dem CO_2-Gesetz und der CO_2-Verordnung (vgl. Kap. 3.1.2).

Das **CO_2-Gesetz** regelt

- in Art. 10 die relativen Zielwerte für SNF ab 2025 (-15% bez. auf 2019) und ab 2030 (-30%)
- in Art. 11 und 12 die Grundsätze der Berechnung der individuellen Zielvorgabe und der durchschnittlichen CO_2-Emissionen;
- und in Art. 13 den Grundsatz der Sanktionierung bei einer Überschreitung der Zielvorgabe und die Bandbreite der Sanktionsbeträge pro Gramm Überschreitung der Zielvorgabe:
  - 4250 bis 6800 CHF im Zeitraum 2025-2029
  - 6800 bis 10'880 CHF ab 2030

Die **CO_2-Verordnung** regelt

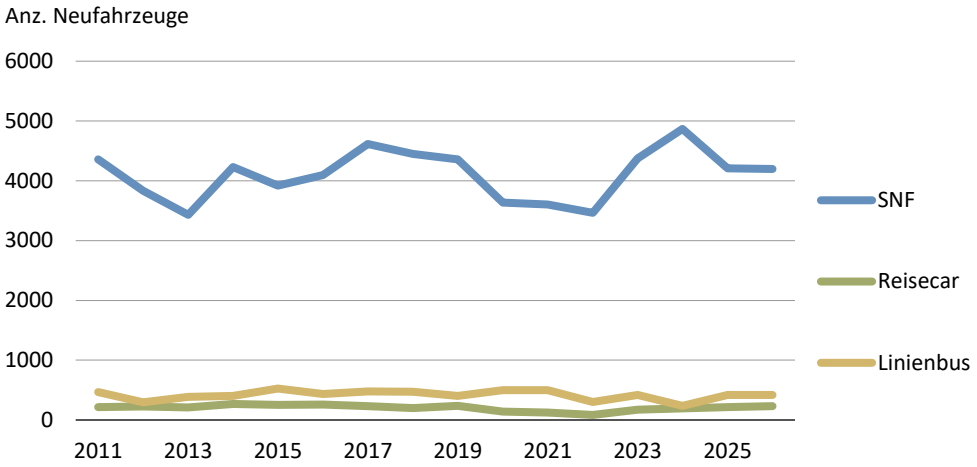
- in Art. 17*c*[bis] die Fahrzeuge, für welche die Vorschriften gelten: Dies entspricht der EU-Regulierung – betroffen sind Lastwagen und Sattelschlepper ab 16t Garantiegewicht mit Achskonfiguration 4x2 oder 6x2; Ausnahmen sind bspw. Kehrichtabfuhr- oder Militärfahrzeuge;
- in Art. 18 resp. 22 die Definition von Grossimporteuren und Emissionsgemeinschaften;
- in Art. 22*a* die Abtretung von Fahrzeugen zwischen Importeuren;
- in Art. 25*a* die Bestimmung der CO_2-Emissionen mit Verweis auf Verordnung (EU) 2019/1242 (d.h. auf Basis von Subgroups und VECTO-Werten), sowie Default-Werte
- in Art. 26*b* und Anhang 4b die Berechnungsweise bei der Inverkehrbringung erneuerbarer synthetischer Treibstoffe;
- in Art. 26*c* die ZLEV-Zielmarktanteile: Diese führen zu einer Verminderung der CO_2-Emissionen um den Prozentsatz der Überschreitung, wenn der Anteil von Null- und Niedrigemissionsfahrzeugen (ZLEV) die Anteile von 6% in den Jahren 2025-2027, oder 10% im Jahr 2030 überschreitet – maximal aber um 3%;
- in Art. 27 die Berechnung der durchschnittlichen CO_2-Emissionen der Neuwagenflotte eines Grossimporteurs (Verweis auf Anhang 4c);
- in Art. 28 die Berechnung der Zielvorgabe (Verweis auf Anhang 4a);
- in Art. 29 und 30 die Sanktionsbeträge und deren Rundung (mit Verweis auf Anhang 5)

Inwiefern die EU-Bestimmungen von Verordnung (EU) 2024/1610 durch die Schweiz übernommen werden sollen, ist Gegenstand des politischen Prozesses; die vorliegende Studie liefert Grundlagen dazu. Die Schweiz wird Busse und Reisecars aufgrund ihres geringen Beitrags zu dem Gesamtemissionen voraussichtlich nicht den CO_2-Emissionsvorschriften unterstellen. Daher werden sie in dieser Studie zu den nicht-regulierten Fahrzeugen gezählt und werden zwar im nächsten Unterkapitel zur historischen Marktentwicklung, aber nicht in den Szenarien und Berechnungsresultaten mitberücksichtigt (s. auch Kap. 2.1).

3.2.3. Historische Marktentwicklung in der Schweiz

Die **Anzahl neu registrierter SNF** pro Jahr bewegt sich in der Grössenordnung von 3000 bis 5000 Fahrzeugen; sie ist in der Schweiz im letzten Jahrzehnt leicht ansteigend (Abbildung 10). Bei den **Linienbussen** bewegt sich die Anzahl Neuregistrierungen pro Jahr in der Grössenordnung von 300 bis 500 Fahrzeugen, mit leicht rückläufigem Trend. Auch bei den **Reisecars** ist der Trend leicht rückläufig, das absolute Niveau liegt bei 100 bis 300 Neufahrzeugen pro Jahr.

Abbildung 10: Entwicklung der Anzahl Neuzulassungen von SNF, Reisecars und Linienbussen in der Schweiz, 2011-2025.

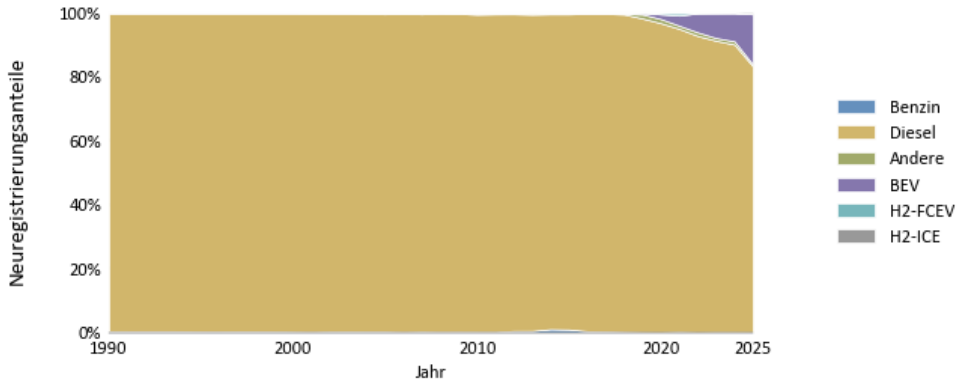


Grafik INFRAS. Quelle: HBEFA 5.1, BFS

Hinsichtlich der **Antriebstechnologien** dominiert bei den schweren Fahrzeugen traditionell der Dieselantrieb.

- Bei den **SNF** nimmt ab ca. 2020 der BEV-Anteil zu, auf knapp 16% aller bzw. fast 21% der regulierten Neuzulassungen im Jahr 2025 (Abbildung 11).
- Bei den **Reisecars** zeigt sich ein ähnliches Bild wie bei den SNF, allerdings ohne eindeutigen Trend bei den BEV (knapp 10% der Neuzulassungen im Jahr 2025 (Abbildung 31, Anhang A2).
- Bei den **Linienbussen** spielen alternative Antriebe seit etwas längerer Zeit eine relevante Rolle, da viele Transportunternehmen die Dekarbonisierung schon länger aktiv vorantrieben. So machten neben den Dieselfahrzeugen in der zweiten Hälfte der Nuller-Jahre Erdgas-betriebene Fahrzeuge (CNG) bis zu 20% der Neuregistrierungen aus; danach nahmen ebenfalls die BEV-Anteile zu (bis auf über 56% im Jahr 2025) sowie auch Diesel-Hybride (bis auf knapp 30% im Jahr 2025) (Abbildung 32, AnhangA2).

Abbildung 11: Neuzulassungsanteile SNF, 1990-2025



BEACHTE: Diese Abbildung schliesst alle SNF-Neuzulassungen ein, nicht nur die ab 2025 regulierten Fahrzeuggruppen.

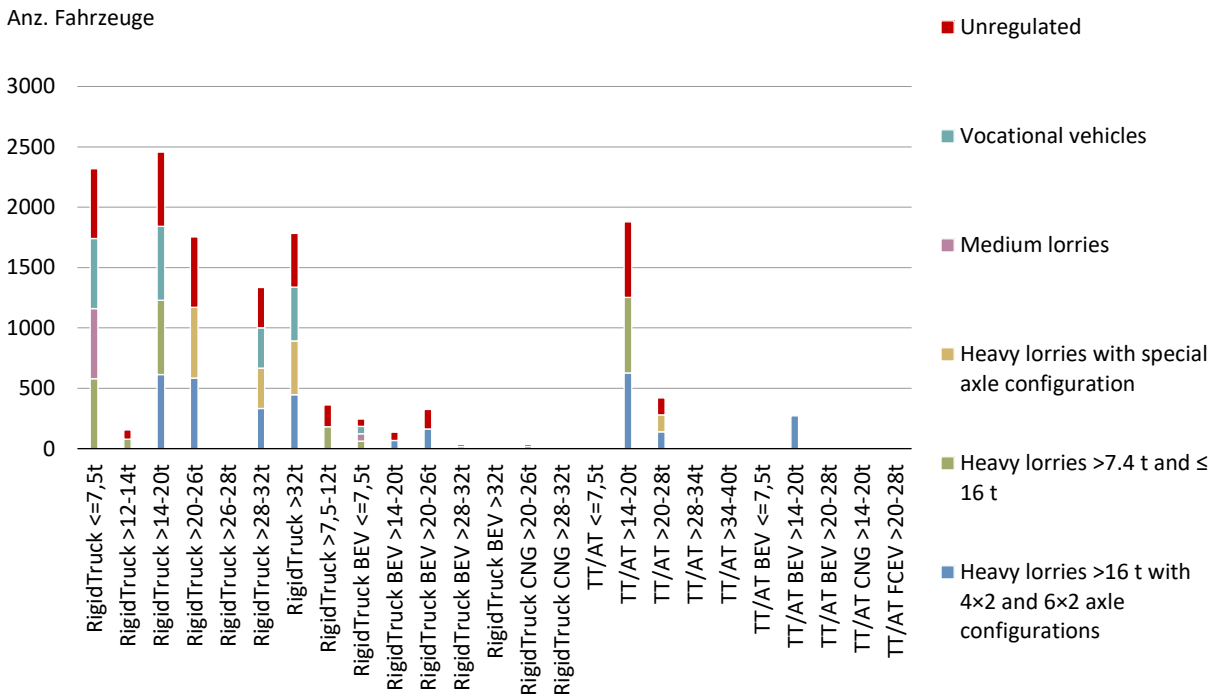
Grafik INFRAS. Quelle: IVZ (ASTRA), eigene Auswertung

Da die SNF erst seit 2025 CO_2-Emissionsvorschriften für Neufahrzeuge unterstehen, sind noch keine Zeitreihen zu deren massgeblichem CO_2-Ausstoss, zur Zielerreichung und zu Sanktionen verfügbar. Gemäss den Vollzugsresultaten 2025

- unterstanden rund 2'000 neue SNF der Regulierung;
- ihr durchschnittlicher CO_2-Ausstoss gemäss VECTO betrug 65.5 g/tkm; der massgebliche durchschnittliche CO_2-Ausstoss nach Applikation des MPW-Faktors und der Erleichterungen betrug 32.4 g/tkm;
- dies führte zu Sanktionen von 0.3 Mio. CHF.

Die Diskrepanz zwischen der Gesamtzahl der Neuregistrierungen 2025 (>4000 Fahrzeuge und der Anzahl sanktionsrelevanter Fahrzeuge (rund 2000) lässt sich damit erklären, dass aktuell erst eine EU-Fahrzeuggruppe («Heavy lorries >16 t with 4×2 and 6×2 axle configurations») reguliert ist. Abbildung 12 zeigt, wie sich die Neuregistrierungen 2025 der SNF in der Schweiz auf die EU-Fahrzeuggruppen verteilen.

Abbildung 12: Zugehörigkeit der in der Schweiz 2025 neu registrierten Fahrzeuge zu den Fahrzeuggruppen gemäss Verordnung (EU) 2024/1610



Grafik INFRAS. Quelle: IVZ (ASTRA) 2025, eigene Auswertung

4. CO_2-Emissionen der Gesamtflotte

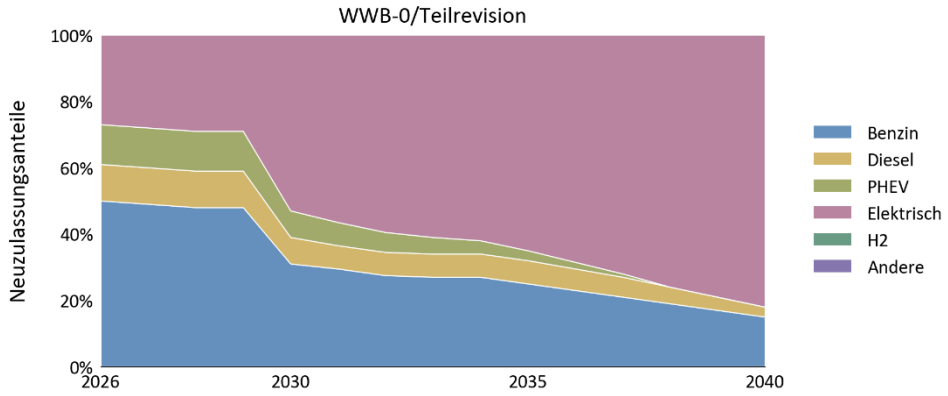
4.1. Flottenentwicklung

Die Flottenentwicklung ist in erster Linie abhängig von der Entwicklung der Neuzulassungen. Diese ist in den Storylines der Szenarien definiert (s. Kap. 2.2). Abbildung 13bis Abbildung 15visualisieren die Neuzulassungsanteile nach Antriebstechnologie und Szenarien(-variante) für die PW, die LNF und die SNF in beiden betrachteten Szenarien. Entsprechende Zahlentabellen sind in Anhang A3zu finden.

Die Neuzulassungsanteile der Elektrofahrzeuge (BEV) nehmen jeweils in den Jahren, in denen verschärfte Grenzwerte in Kraft treten, treppenstufenartig zu. Je nach Fahrzeugkategorie lassen sich folgende Effekte beobachten:

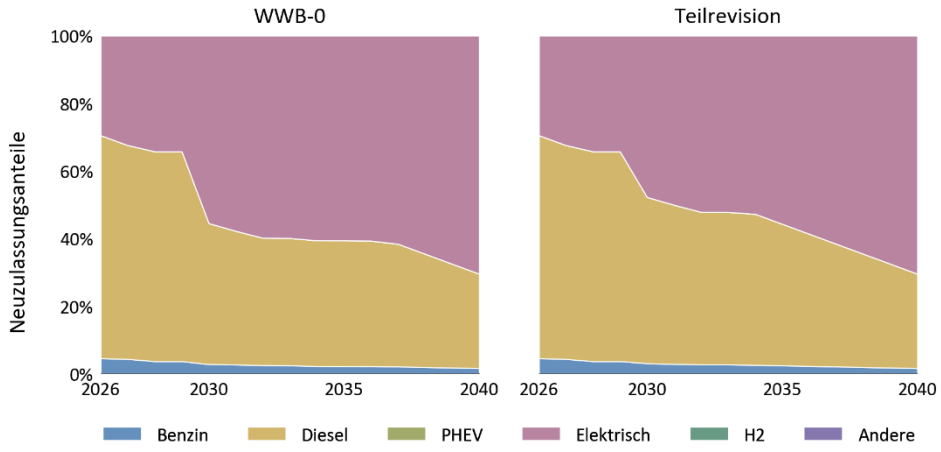
- Bei den PW (Abbildung 13) verläuft die Entwicklung in «WWB-0» und «Teilrevision» identisch, da sich die beiden Szenarien für die PW nicht unterscheiden (vgl. Tabelle 1). Es ist ein sprunghafter Anstieg der elektrischen Neuzulassungen nach der Zielwertverschärfung 2030 zu erkennen, danach aufgrund ausbleibender weiterer Zielwertverschärfungen eine langsamere weitere Elektrifizierung.
- Bei den LNF (Abbildung 14) ist im Zeitverlauf in beiden Szenarien eine grundsätzlich ähnliche Entwicklung wie bei den PW festzustellen. Es werden mit der Teilrevision ab 2030 jedoch weniger neue BEV und mehr Dieselfahrzeuge zugelassen als ohne Teilrevision («WWB-0»), da der Flottengrenzwert gelockert wird (vgl. Tabelle 1). Gegen 2040 gleichen sich die Neuzulassungsanteile in beiden Szenarien wieder an.
- Bei den SNF (Abbildung 15) werden mit der Teilrevision ab 2030 mehr neue BEV und weniger Dieselfahrzeuge zugelassen, da der Flottengrenzwert verschärft wird (vgl. Tabelle 1). Gegen 2040 gleichen sich auch hier die Neuzulassungsanteile in beiden Szenarien wieder an. Die BEV-Anteile steigen 2030 weniger sprunghaft an, da der CO_2-Gesamtflottendurchschnitt schon aktuell deutlich unter dem Grenzwert liegt, voraussichtlich schon vor 2030 weiter abnehmen wird und daher 2030 in beiden Szenarien nicht so stark sinken muss, um die neuen Grenzwerte zu erreichen.

Abbildung 13: Entwicklung der Neuzulassungsanteile der PW nach Antriebstechnologie.



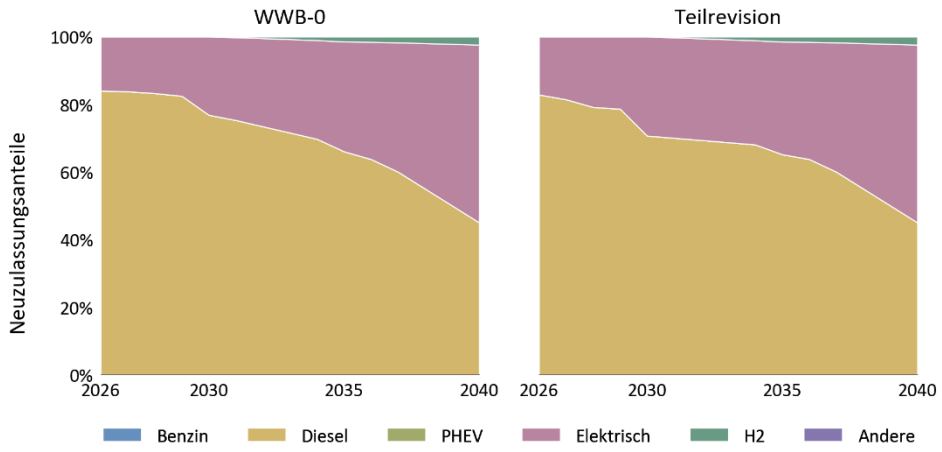
Grafik INFRAS. Quelle: Eigene Berechnungen

Abbildung 14: Entwicklung der Neuzulassungsanteile der LNF nach Antriebstechnologie in allen Szenarien und -varianten.



Grafik INFRAS. Quelle: Eigene Berechnungen

Abbildung 15: Entwicklung der Neuzulassungsanteile der SNF nach Antriebstechnologie in allen Szenarien und -varianten.



Grafik INFRAS. Quelle: Eigene Berechnungen

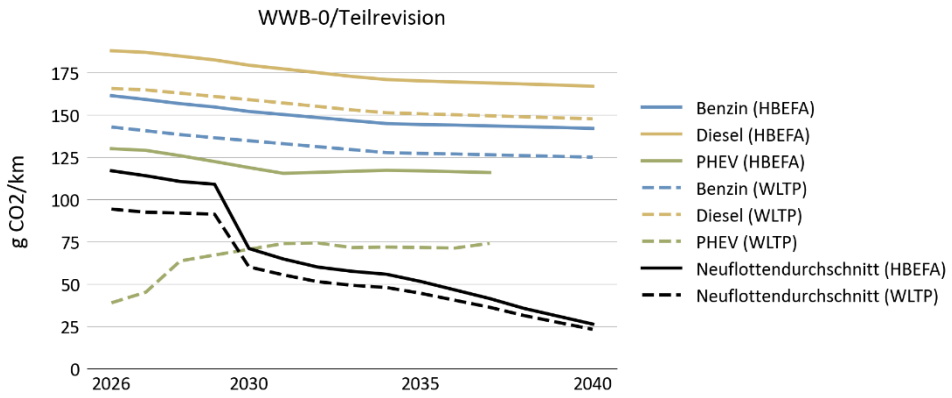
4.2. Emissionsfaktoren

Die CO_2-Emissionsfaktoren, welche in Abhängigkeit der Fahrzeugtechnologie für die Berechnung der CO_2-Emissionen verwendet werden, sind in Abbildung 16bis Abbildung 18dargestellt. Sie entsprechen den gesamten CO_2-Emissionen pro Fahrzeugkilometer unabhängig davon, ob ein Anteil des Treibstoffmixes biogenen Ursprungs ist (vgl. Kap. 2.1).

Für die PW und LNF werden jeweils die Emissionsfaktoren nach WLTP-Prüfverfahren (als gestrichelte Linien) sowie im Realbetrieb (als ausgezogenen Linien) gezeigt. Die CO_2-Emissionen der regulierten Fahrzeugflotte im Kap. 4.3 basieren auf den Emissionsfaktoren im Realbetrieb; für Zielerreichung und Sanktionen (Kap. 5) sind hingegen die Emissionsfaktoren nach WLTP-Prüfverfahren massgeblich. Der Unterschied zwischen beiden Varianten beläuft sich für die meisten Antriebstechnologien auf ca. 10-15%. Für PHEV ist der Unterschied deutlich höher, da das WLTP-Prüfverfahren die elektrischen Fahrleistungsanteile («Utility factors») verglichen mit dem Realbetrieb stark überschätzt; aufgrund der Anpassung der «Utility factors» in den Jahren 2025 und 2027 (gemäss Verordnung (EU) 2017/1151) steigen die WLTP-Emissionsfaktoren der PHEV bis ca. 2032 stark an, verbleiben aber trotzdem viel deutlicher unter den Emissionsfaktoren im Realbetrieb, als dies bei anderen Antriebstechnologien der Fall ist.

Für die PW (Abbildung 16) sind die Emissionsfaktoren in beiden Szenarien wiederum identisch, für die LNF (Abbildung 17) sinkt der Durchschnitt aufgrund der niedrigeren BEV-Anteile ab 2030 unter «Teilrevision» weniger stark.

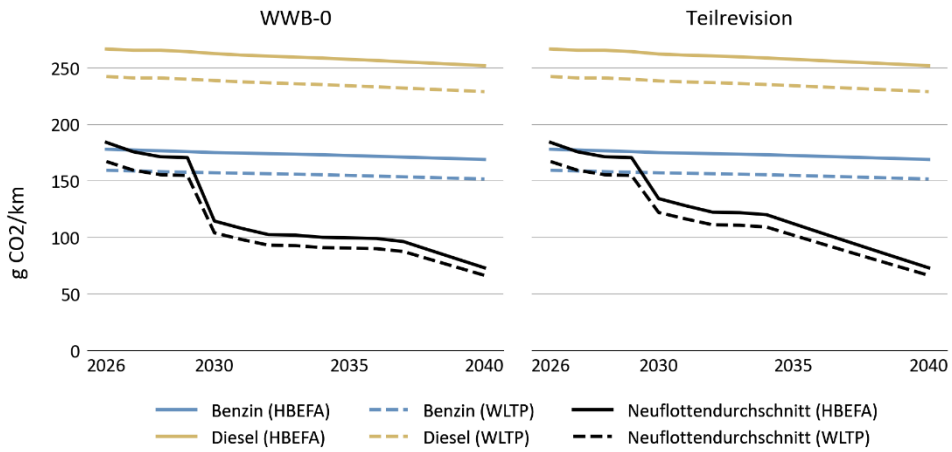
Abbildung 16: Emissionsfaktoren nach WLTP sowie im realen Betrieb neu zugelassener PW, nach Antriebstechnologie und im Durchschnitt aller PW.



Die ausgezogenen Linien stellen die Emissionsfaktoren nach Realbetrieb gemäss HBEFA 5.1 dar; die gestrichelten Linien zeigen die Emissionsfaktoren nach WLTP-Prüfverfahren.

Grafik INFRAS. Quelle: HBEFA 5.1, eigene Berechnungen

Abbildung 17: Emissionsfaktoren nach WLTP sowie im realen Betrieb neu zugelassener LNF, nach Antriebstechnologie und im Durchschnitt aller LNF.



Die ausgezogenen Linien stellen die Emissionsfaktoren nach Realbetrieb gemäss HBEFA 5.1 dar; die gestrichelten Linien zeigen die Emissionsfaktoren nach WLTP-Prüfverfahren.

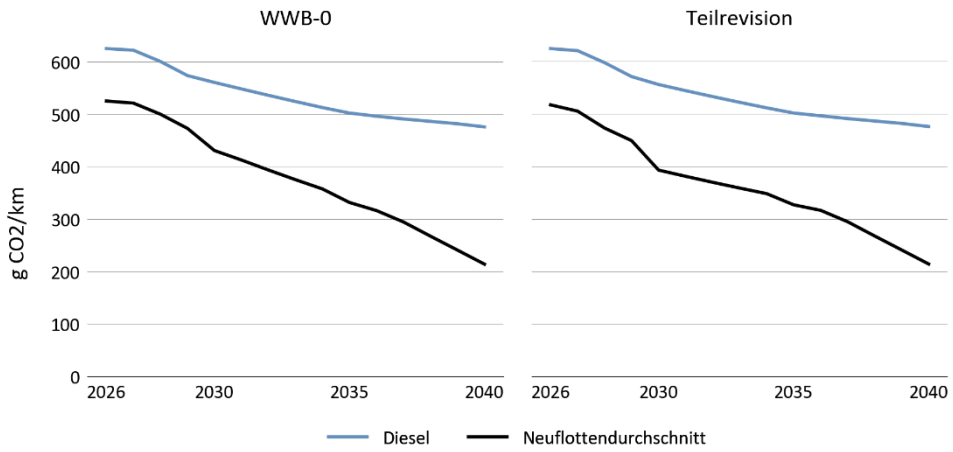
Grafik INFRAS. Quelle: HBEFA 5.1, eigene Berechnungen

Für die SNF können nur die Emissionsfaktoren im Realbetrieb gezeigt werden, da VECTO-basierte Emissionsfaktoren, welche das Pendant der SNF zu den WLTP-basierten Werten der PW und LNF darstellen, nur für die 2025 neuzugelassene regulierte Teilmenge der SNF verfügbar sind (s. Kap. 2.4). Abbildung 18 stellt auch nur Durchschnitte pro Antriebstechnologie dar, während die Berechnungen für diese Kurzstudie zusätzlich nach Grössenklassen unterscheiden; von den Antriebstechnologien ist nur

der Dieselantrieb relevant, sowie die batterieelektrischen Fahrzeuge (BEV), deren CO_2-Emissionen Null betragen und den Gesamtdurchschnitt der SNF über die Zeitreihe immer stärker gegen unten senken.

Im Vergleich der Szenarien ist eine kurzzeitig stärkere Absenkung des CO_2-Durchschnitts nach 2030 aufgrund der höheren BEV-Anteile im Szenario «Teilrevision» erkennbar.

Abbildung 18: CO_2-Emissionsfaktoren (in g/km) neu zugelassener SNF im realen Betrieb, nach Antriebstechnologie und im Durchschnitt aller SNF.



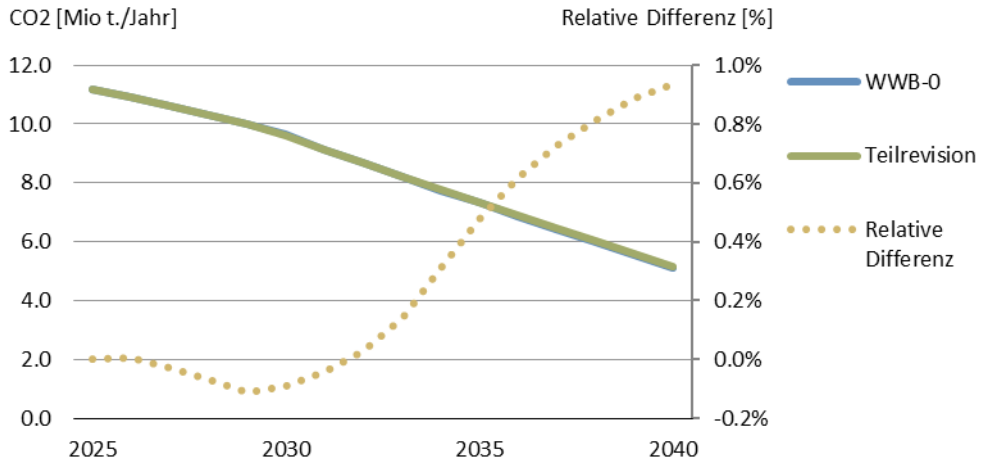
Grafik INFRAS. Quelle: HBEFA 5.1, eigene Berechnungen

4.3. CO_2-Emissionen

Aufgrund der geringen Unterschiede zwischen den beiden betrachteten Szenarien unterscheiden sich auch die CO_2-Emissionen der regulierten Fahrzeuge im betrachteten Zeitraum kaum (Abbildung 19). Sie betragen im Jahr 2025 11.2 Millionen Tonnen und nehmen bis 2040 auf 5.2 Millionen Tonnen ab. Die Differenz ist fast verschwindend klein: Bis 2030 liegen die Emissionen unter der Teilrevision um max. 0.1% unter «WWB-0», da die BEV-Neuzulassungsanteile bei den SNF in Antizipation des strengeren Zielwerts 2030 leicht rascher zunehmen. Nach 2030 dominiert der Effekt der Zielwerterleichterung bei den LNF, was für Mehremissionen unter der Teilrevision bis maximal knapp 1% im Jahr 2040 sorgt. Der Grund, warum die Mehremissionen bis 2040 zunehmen, während sich die Neuzulassungsanteile unter beiden Szenarien bis dann wieder angleichen, liegt in der Verzögerung, mit der sich die Veränderungen bei den Neuzulassungen in der Gesamtflotte auswirken.

Die Zahlenwerte der CO_2-Emissionen und der absoluten Differenzen zwischen den Szenarien, sowie eine nach Fahrzeugkategorie differenzierte Darstellung, finden sich in Anhang A5.

Abbildung 19: CO_2-Emissionen der regulierten Flotte nach Szenario.



Die blaue Kurve für «WWB-0» ist nicht sichtbar, da sie von der fast identischen Kurve für «Teilrevision» überdeckt wird.

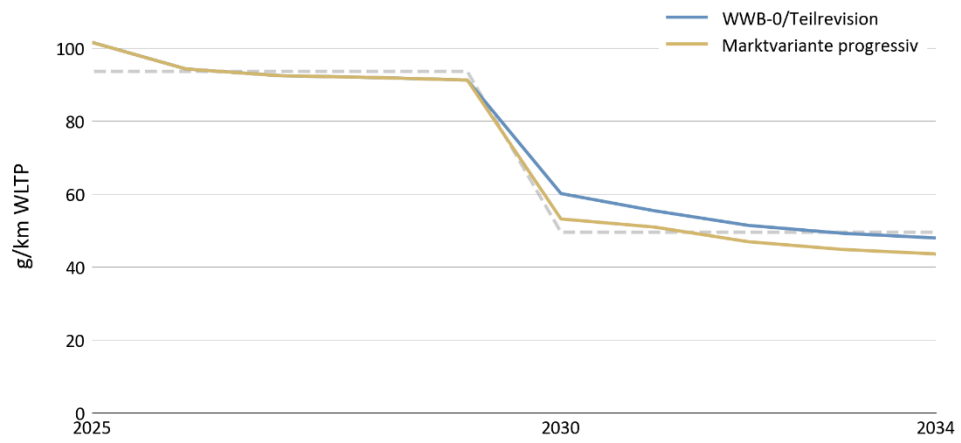
Grafik INFRAS. Quelle: Eigene Berechnungen

5. Zielerreichung und Sanktionen

5.1. PW

Die erwartete Erreichung der CO_2-Zielwerte durch die neu zugelassenen PW zwischen 2025 und 2034 ist in Abbildung 20 dargestellt. Sie ist bei den PW für die Szenarien «WWB-0» und «Teilrevision» identisch, da die Zielwerte nicht ändern. Der ab 2030 gültige Zielwert von 49.5 g CO_2 wird 2030-2033 überschritten. In der progressiven Marktvariante[6] sinken die CO_2-Emissionen nach WLTP ab 2029 rascher, der ab 2030 gültige Zielwert wird bereits 2032 unterschritten.

Abbildung 20: Durchschnittliche CO_2-Emissionen der PW nach WLTP (blaue Linien) im Vergleich zu den jeweiligen Zielwerten (gestrichelte graue Linien).



Grafik INFRAS. Quelle: Eigene Berechnungen

Unter diesen Annahmen resultieren aus dem Schätzmodell die in Abbildung 21 und Abbildung 22dargestellten Sanktionsverläufe (s. auch AnhangA6.1). Sanktionen nach 2034 werden nicht abgebildet, da sie in den meisten Szenariovarianten bei 0 liegen und nicht mehr vom ab 2030 geltenden Zielwert, sondern dem Verschärfungsschritt ab 2035 beeinflusst werden.

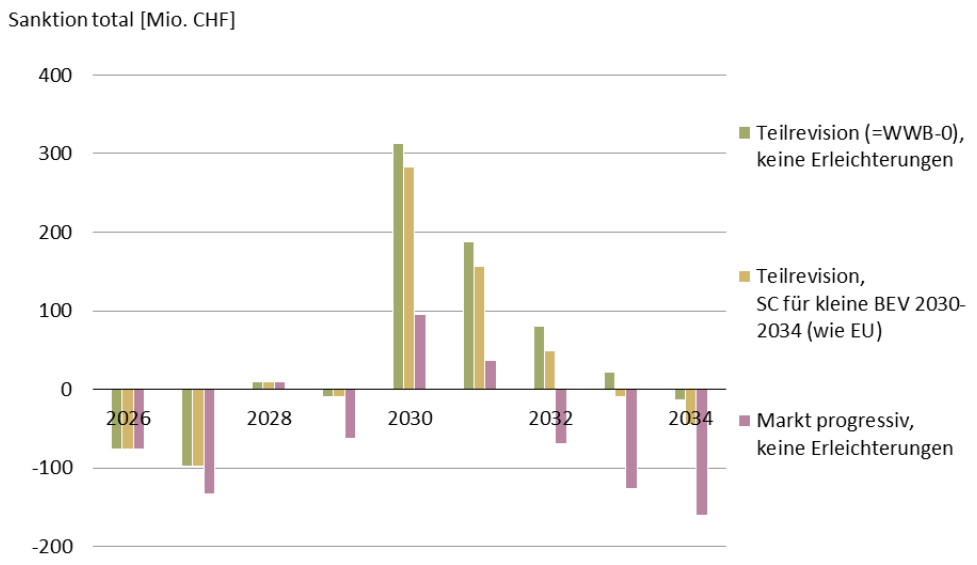
Abbildung 21zeigt die geschätzten Sanktionen 2026-2034 für das «Teilrevision»-Szenario und zwei Untervarianten mit zusätzlichen Erleichterungen resp. einem progressiveren Marktverlauf (d.h. rascherer Elektrifizierung), ohne Flexibilisierung in den Jahren 2030-2032d. Ohne Flexibilisierung entspricht die Hauptvariante des Szenarios «Teilrevision» dem Szenario «WWB-0». Theoretische negative Sanktionsbeträge, welche aber nicht angerechnet oder gar ausbezahlt werden, jedoch das Potenzial einer

[6] Für die Flottenentwicklung in der progressiven Marktvariante s. Anhang A3.

Flexibilisierung der Zielerreichung über mehrere Jahre aufzeigen, sind mit abgebildet. Die Untervarianten zeigen, welche markanten Unterschiede Verschiebungen des Marktes (also der Neuzulassungsanteile) sowie von gewährten Erleichterungen in den Sanktionen auslösen können:

- Nach der Zielwertüberschreitung 2025 und den entsprechenden Sanktionen von knapp 98 Mio. CHF (s. Kap. 3.1.3) fallen in den darauffolgenden Jahren 2026-2029 maximal noch geringe Sanktionen an, da die Elektrifizierung und Senkung der durchschnittlichen CO_2-Emissionen der Neuwagenflotte vorangeht, aber der Zielwert gleich bleibt. Einzig das Auslaufen der Erleichterung der Zielmarktanteile im Jahr 2028 dürfte nochmals zu knapp 10 Mio. CHF Sanktionen führen;
- Nach Einführung des -55%-Zielwertes (49.5 g CO_2/km) im Jahr 2030 können gemäss Schätzmodell im Hauptszenario Sanktionen in Höhe von über 300 Mio. CHF anfallen, diese sinken bis 2034 auf Null. Es bestehen damit also hier Anreize für eine zügigere Dekarbonisierung der Neuwagenflotte;
- In der progressiven Marktvariante werden v.a. im Zeitraum 2030-2034 ca. 5% mehr BEV auf Kosten von Benzin- und Dieselfahrzeugen zugelassen. Im Jahr 2030 fällt damit nur ca. ein Drittel der Sanktionen der Basisvariante an – knapp 100 Mio. CHF.
- Demgegenüber führen die Supercredits für kleine BEV (maximal 4.2 m Fahrzeuglänge, aber ohne Einschränkung auf in der EU hergestellte Modelle) ggü. der Basisvariante im Schätzmodell nur zu relativ geringen Sanktionsreduktionen – rund 20 bis 30 Mio. CHF pro Jahr – im Zeitraum 2030-2034.

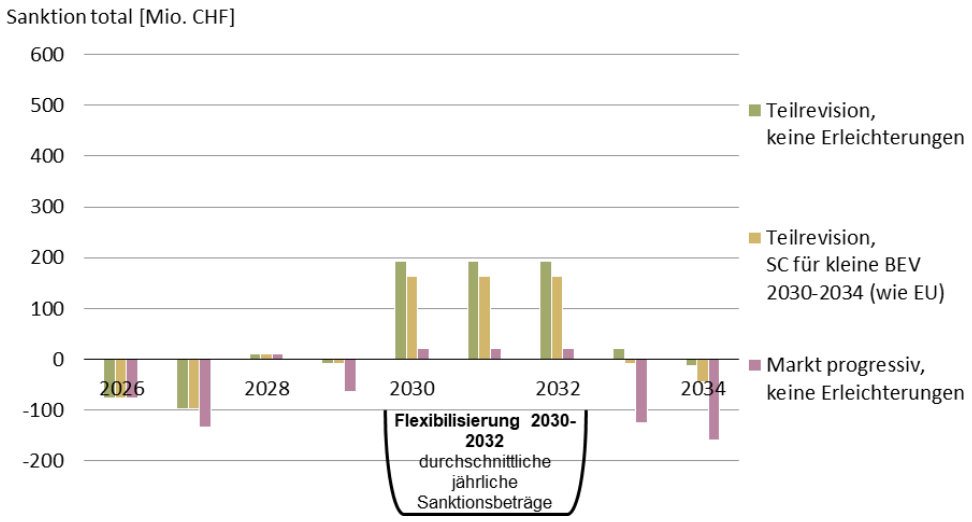
Abbildung 21: Geschätzte Sanktionen für die PW, ohne Flexibilisierung 2030-32.



Grafik INFRAS. Quelle: Eigene Berechnungen, BFE

Abbildung 22 zeigt den geschätzten Sanktionsverlauf mit «Flexibilisierung», d.h. Mittelung der Sanktionsbeträge in den Jahren 2030 bis 2032. Mit den gegebenen Annahmen und dem verwendeten Schätzmodell resultiert für diese drei Jahre unter der Teilrevision der simple Mittelwert der dargestellten Beträge, also knapp 200 Mio. CHF pro Jahr – es werden also über die Summe der drei Jahre keine Sanktionen eingespart. Eine effektive Einsparung resultiert jedoch, wenn die Neuwagenflotte wie in der progressiven Marktvariante in einem oder mehreren der drei Jahre den Zielwert unterschreitet – in diesem Fall fliesst die Unterschreitung (also eine negative Zahl) in den Durchschnitt ein und es werden effektiv geringere Sanktionen fällig als ohne Flexibilisierung (wo eine Unterschreitung keine Gutschrift ergibt). Grundsätzlich ist eine stärkere CO_2-Reduktion durch eine raschere Elektrifizierung erforderlich als in der Hauptvariante des Szenarios «Teilrevision», wenn Importeure die Vorteile der Flexibilisierung nutzen möchten.

Abbildung 22: Geschätzte Sanktionen für die PW, mit Flexibilisierung 2030-32.



Grafik INFRAS. Quelle: Eigene Berechnungen, BFE

5.2. LNF

Abbildung 23 zeigt den Grad der Zielerreichung der LNF im Zeitraum 2025-2034. Die Erreichung der Zielwerte 2-4 Jahre nach deren Inkrafttreten ist Teil der Input-Annahmen (s. Kap. 2.2). Unter der Teilrevision verbleiben die CO_2-Emissionen im Zeitraum 2030-2035 aufgrund des höheren Zielwertes auf etwas höherem Niveau als unter «WWB-0». In der progressiven Marktvariante[7] des Szenarios «Teilrevision» sinken die CO_2-Emissionen nach WLTP ab 2029 rascher, der ab 2030 gültige Zielwert wird bereits 2032 unterschritten.

[7] Für die Flottenentwicklung in der progressiven Marktvariante s. Anhang A3.

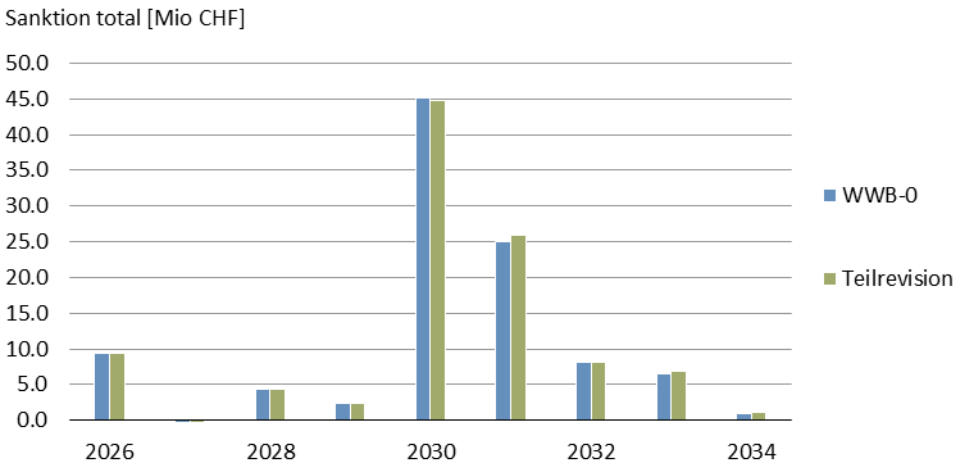
Abbildung 23: Durchschnittliche CO_2-Emissionen der LNF nach WLTP (blaue Linien) im Vergleich zu den jeweiligen Zielwerten (gestrichelte graue Linien), nach Szenario.



Grafik INFRAS. Quelle: Eigene Berechnungen

Die anfallenden Sanktionen unter den Hauptszenarien sind in Abbildung 24 ersichtlich. Nach Sanktionen von 26 Mio. CHF im Jahr 2025 (s. Kap. 3.1.3) sinken die Beträge in den darauffolgenden Jahren (mit geringem Anstieg 2028 wegen der auslaufenden Zielmarktanteil-Erleichterung), um im Jahr 2030 nochmals anzusteigen und dann wieder graduell zu sinken. Da in beiden Szenarien die gleiche Annahme hinsichtlich Zielerreichung (d.h. Erreichung mit wenigen Jahren Verspätung) gilt und daher unter dem Szenario «Teilrevision» niedrigere Elektro-Anteile unterstellt werden als in einem Szenario mit verschärftem Zielwert 2030, resultieren mit der Teilrevision trotz des gelockerten Zielwertes sehr ähnliche Sanktionsbeträge wie unter «WWB-0». Damit bestehen für die Importeure Anreize, die CO_2-Emissionen ihrer Neuwagenflotte noch weiter zu reduzieren.

Abbildung 24: Geschätzte Sanktionen in den Hauptszenarien für die LNF, ohne Flexibilisierung 2030-32.



Grafik INFRAS. Quelle: Eigene Berechnungen, BFE

Die Auswirkungen verschiedener Untervarianten des «Teilrevision»-Szenarios hinsichtlich Marktentwicklungen und Erleichterungen sind in Abbildung 25 dargestellt. Es sind dabei für alle Untervarianten die Zielwerte gemäss «Teilrevision» unterstellt.

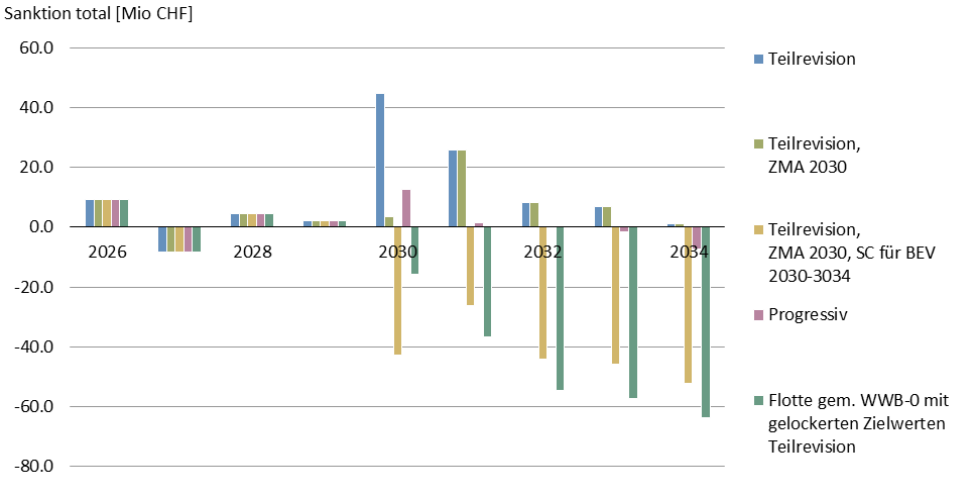
- In der Untervariante «Teilrevision, ZMA 2030» wird der geltende Zielmarktanteil (ZMA) von 30% unterstellt, was eine Erleichterung in diesem Jahr bedeutet – die Sanktionen sinken dadurch von 45 auf unter 4 Mio. CHF (bei den PW fällt diese Variante weg, denn es dürfen gemäss geltendem CO_2-Gesetz keine Erleichterungen länger als in der EU-Regelung gewährt werden – d.h. keine ZMA nach 2029 und auch keine Supercredits abweichend von der EU-Regelung). Die zusätzliche Berücksichtigung von Supercredits in der Untervariante «Teilrevision, ZMA 2030, SC für BEV 2030-2034» ohne Einschränkung auf kleine Fahrzeuge bewirkt bei den LNF eine nochmals deutlichere Zielunterschreitung.
- In der Szenariovariante «progressiv» wird eine Erhöhung des BEV-Anteils zulasten der Dieselfahrzeuge in den Jahren ab 2030 von bis zu 4 Prozentpunkten gegenüber dem «Teilrevision»-Szenario angenommen, sodass Sanktionen ohne Erleichterungen vermieden werden können.
- Würde hingegen die Flottenentwicklung gleich verlaufen wie unter «WWB-0» und die Zielwerte würden gemäss Teilrevision angepasst, würde ab 2030 die Zielwerte massiv unterschritten werden – dies ist in Abbildung 25 in der zusätzlichen Variante «Flotte gem. WWB-0 mit gelockerten Zielwerten Teilrevision» abgebildet.

Die Wirkung der Flexibilisierung unter der Teilrevision lässt sich aus Abbildung 26ablesen. Sie hat den gleichen Effekt wie in den meisten Szenarien(varianten) bei den PW – es resultieren über die Jahre 2030-2032 gemittelte Sanktionsbeträge, welche im Total der Periode 2030-2032 den gleichen Betrag ergeben wie ohne

Flexibilisierung. Wie bei den PW können aber auch bei den LNF Zielwertunterschreitungen in einzelnen Jahren oder bei einzelnen Importeuren in den Durchschnitt einfliessen und für eine tatsächliche Reduktion der Sanktionsbeträge sorgen (vgl. Kap. 5.1). Damit die Flexibilisierung diese Wirkung erzielt, braucht es grundsätzlich eine schnellere CO_2-Reduktion als in der Hauptvariante des Szenarios «Teilrevision».

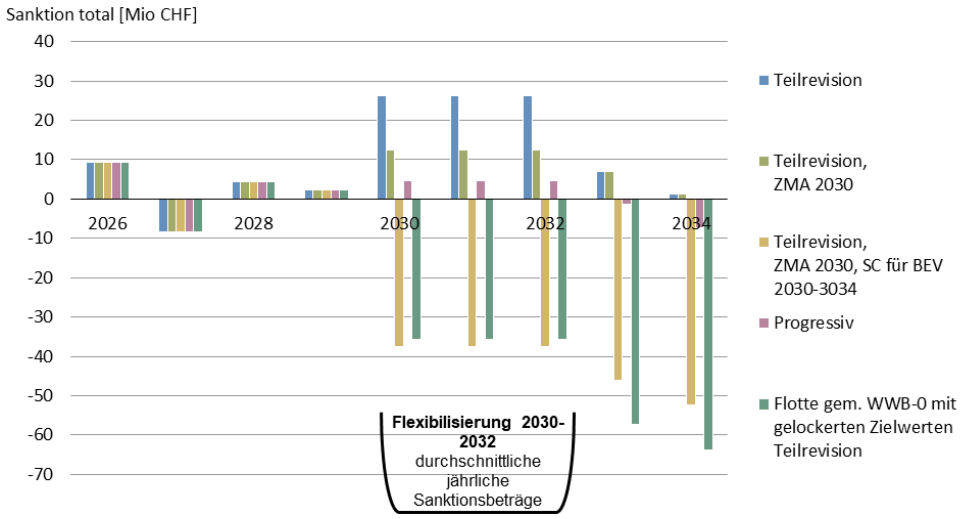
Während die totalen Sanktionsbeträge bei den LNF aufgrund der geringeren Anzahl Fahrzeuge deutlich unter denjenigen der PW liegen, fallen die Beträge pro Fahrzeug deutlich höher aus als bei den PW – im Spitzenjahr 2030 belaufen sie sich auf knapp 1'300 CHF/Fzg, vgl. Anhang A6.2.

Abbildung 25: Geschätzte Sanktionen für die LNF im Szenario Teilrevision und Untervarianten, ohne Flexibilisierung 2030-32.



Grafik INFRAS. Quelle: Eigene Berechnungen, BFE

Abbildung 26: Geschätzte Sanktionen für die LNF im Szenario Teilrevision und Untervarianten, mit Flexibilisierung 2030-32.



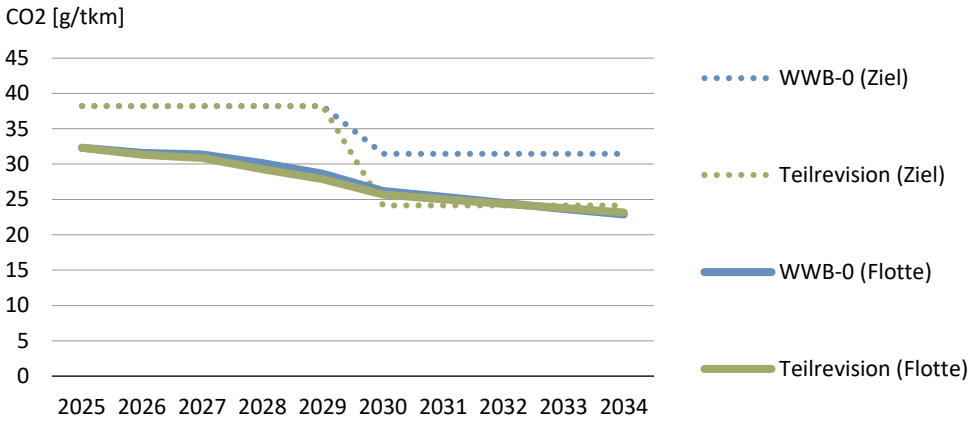
5.3. SNF

Die absoluten Zielwerte sowie die durchschnittlichen CO_2-Emissionen der regulierten SNF-Neuzulassungen im Zeitraum 2025-2034 sind in Abbildung 27 dargestellt (s. auch Anhang A6.3). Die Zielwerte werden bis 2029 in beiden Szenarien erreicht, da die CO_2-Flottendurchschnitte für die einzige in dieser Periode schon regulierte EU-Fahrzeuggruppe («Heavy lorries >16 t with 4×2 and 6×2 axle configurations») die EU-Baseline von 2019 schon 2025 um 26% unterschreiten.

Ab 2030 sinkt der berechnete absolute Zielwert (hergeleitet gemäss Methodik im Kap. 2.4 unter Annahme einer einzigen Emissionsgemeinschaft über die ganze Flotte) unter «WWB-0» auf rund 31 g CO_2/tkm. Diesen Wert unterschreitet die Neufahrzeugflotte bereits ab 2027; entsprechend fallen in diesem Szenario keine Sanktionen an (Abbildung 28).

Unter «Teilrevision» hingegen sinkt der absolute Zielwert auf rund 24 g CO_2/tkm. Dieser Wert wird von der Neufahrzeugflotte in den Jahren 2030-2032 überschritten. Dementsprechend fallen mit der Teilrevision in diesen Jahren Sanktionen an, in der Höhe von gut 22 Mio. CHF im Jahr 2030 und in den beiden Jahren darauf jeweils fallenden Beträgen (Abbildung 28).

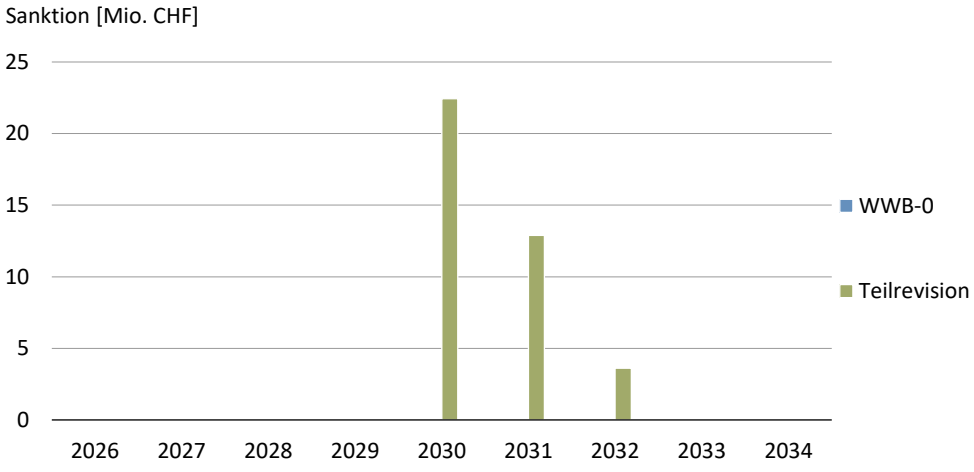
Abbildung 27: Absolute Zielwerte und Flottendurchschnitte neuer SNF, 2025-2034.



Grafik INFRAS. Quelle: Eigene Berechnungen

Die jährliche Gesamtsumme der Sanktionen im Zeitraum 2026-2034 (Abbildung 28) fällt somit deutlich geringer aus als bei den PW oder LNF. Da weniger Fahrzeuge pro Jahr zugelassen werden (zwischen 3000 und 5000 pro Jahr, s. Kap. 3.2.3), resultieren im Gesamtdurchschnitt Beträge bis zu 6'500 CHF pro Fahrzeug (im Jahr 2030). Diese Beträge relativieren sich aber im Vergleich mit den höheren Kaufpreisen und weiteren Kosten (Treibstoffkosten, LSVA, etc.), die für ein SNF über dessen gesamte Lebensdauer anfallen.

Abbildung 28: Geschätzte Sanktionen für SNF nach Szenario.



Grafik INFRAS. Quelle: Eigene Berechnungen.

6. Einordnung und Schlussfolgerungen

Der vorliegende Kurzbericht untersucht die Auswirkungen einer möglichen Teilrevision des CO_2-Gesetzes hinsichtlich der Angleichung der Vorschriften für Neufahrzeuge ab 2030 an die Regelung bzw. die Vorschläge in der EU. Er betrachtet die aktuellen regulatorischen Rahmenbedingungen und die historische Marktentwicklung, und macht anhand zweier einfacher Szenarien Abschätzungen für den Zeitraum bis 2040 zu den CO_2-Emissionen der regulierten Strassenfahrzeuge in der Schweiz, resp. bis 2034 zu deren erwarteten Erreichung der CO_2-Zielvorgaben und darauf basierend zu möglichen Sanktionszahlungen.

Die Resultate zeigen, dass die vorgeschlagene Teilrevision nur einen minimen Einfluss auf den CO_2-Ausstoss der regulierten Fahrzeuge hat: Die Verschärfung bei den SNF wird durch die Erleichterung bei den LNF sogar leicht überkompensiert, womit gegen Ende der betrachteten Periode 2025-2040 ein Plus von 1% der CO_2-Emissionen des Referenzszenarios «WWB-0» resultiert – dieses liegt aber innerhalb des Unsicherheitsbereiches der vorgenommenen Modellrechnungen und Annahmen. Bei den PW ändert sich nur die Flexibilisierung der Sanktionszahlungen in der Periode 2030 bis 2032; diese beeinflusst die gesamten Sanktionen nur, wenn ein Importeur in einem oder mehreren Jahren dieser Periode seine Zielvorgabe unterschreitet – dies erfordert eine beschleunigte Absenkung der CO_2-Emissionen der Neuwagenflotte.

Somit erreicht die Teilrevision v.a. das Ziel, dass die Schweizer Gesetzgebung ab 2030 mit der EU-Gesetzgebung konform bleibt und Schweizer Sonderregelungen und mögliche Ungleichbehandlungen vermieden werden. Die erwartete Totalrevision des CO_2-Gesetzes, welche voraussichtlich auf 2031 in Kraft tritt, könnte eine Verschärfung der Zielwerte ab 2035 adressieren, womit auch relevante Reduktionen des CO_2-Ausstosses erwartet werden können.

Die CO_2-Emissionen der regulierten Gesamtflotte wurden mit der Expertenversion des HBEFA entwickelt; es handelt sich dabei um ein etabliertes Modell, dessen Resultate daher als zuverlässig betrachtet werden können. Es sollte aber beachtet werden, dass die hier gezeigten Resultate nur die regulierte Inlandflotte abdecken; ausserdem berücksichtigen die Berechnungen in der vorliegenden Studie mögliche Auswirkungen von Biotreibstoffen (oder synthetischen Treibstoffen) im Treibstoffmix nicht, da das totale (und nicht nur das fossile) CO_2 ausgewiesen wird.

Die Zielerreichung der Neufahrzeuge und die davon abhängigen Sanktionen wurden mittels stark vereinfachter Modelle geschätzt. Die Modelle gehen bspw. vereinfachend von einem einzigen Fahrzeugpool anstatt dynamischer Pools verschiedener Importeure aus und vernachlässigen die je nach Importeurs-spezifischer Fahrzeugflotte unterschiedlichen individuellen Zielvorgaben. Beim Schätzmodell für die SNF musste zudem mangels verfügbarer VECTO-CO_2-Werte und für die Klassifizierung nach CO_2-

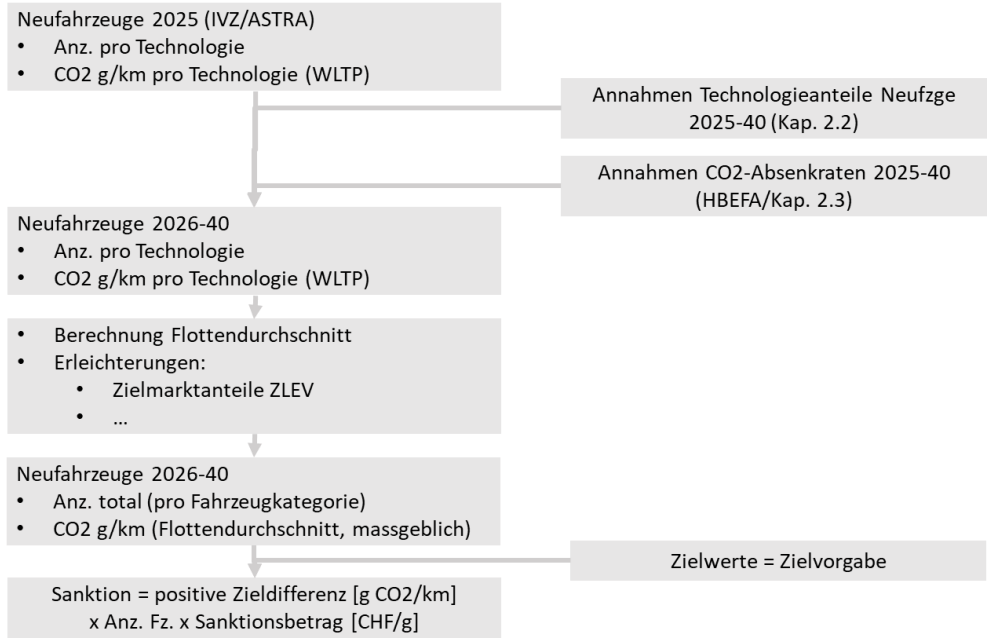
Subgroups notwendiger Fahrzeugattribute auf HBEFA-Emissionsfaktoren zurückgegriffen werden, was zu zusätzlicher Unsicherheit in den Resultaten führt. Ex-ante-Sanktionsschätzungen sind aber ohnehin herausfordernd – die Strategien der Importeure, ihre Flottenzusammensetzung zu gestalten, sich zu Emissionsgemeinschaften zusammenzuschliessen und die Zielerreichung zu optimieren, können nicht vorhergesehen werden. Zudem hat der Bundesrat die Kompetenz, zusätzlich zu den gesetzlich festgelegten Zielwerten bei einer Verschärfung der Zielvorgaben einführende Erleichterungen für die Erreichung der Zielvorgaben festzulegen. Daher sind die Sanktionsprognosen der vorliegenden Kurzstudie als mögliche Grössenordnungen unter den angenommen Flottenzusammensetzungen zu interpretieren.

Eine Studie im Auftrag des BFE (Keller und Wüthrich 2017) erstellte bspw. im Jahr 2017 Sanktionsprognosen für den Zeitraum 2020-2025. Für die Jahre 2020 und 2021 wurden für die PW mit den schlussendlich umgesetzten Einführungsmodalitäten (Phasing-In-Anteile und Supercredits wie in der EU) für das Haupt-Marktszenario B Sanktionszahlungen von 100 Mio. CHF im Jahr 2020 und 250 Mio. CHF im Jahr 2021 prognostiziert. Tatsächlich lagen die bezahlten Sanktionen dann bei 132 Mio. CHF im Jahr 2020 und 28 Mio. CHF im Jahr 2021 (vgl. Abbildung 7). Wie auch in der vorliegenden Studie konnten die Reaktionen der Importeure auf Zielwertüberschreitungen (bspw. durch Neubildung von Emissionsgesellschaften, Abtretungen, oder verstärkte Anstrengungen in Richtung weniger CO_2 emittierender Neuwagen) nicht antizipiert werden.

Annex

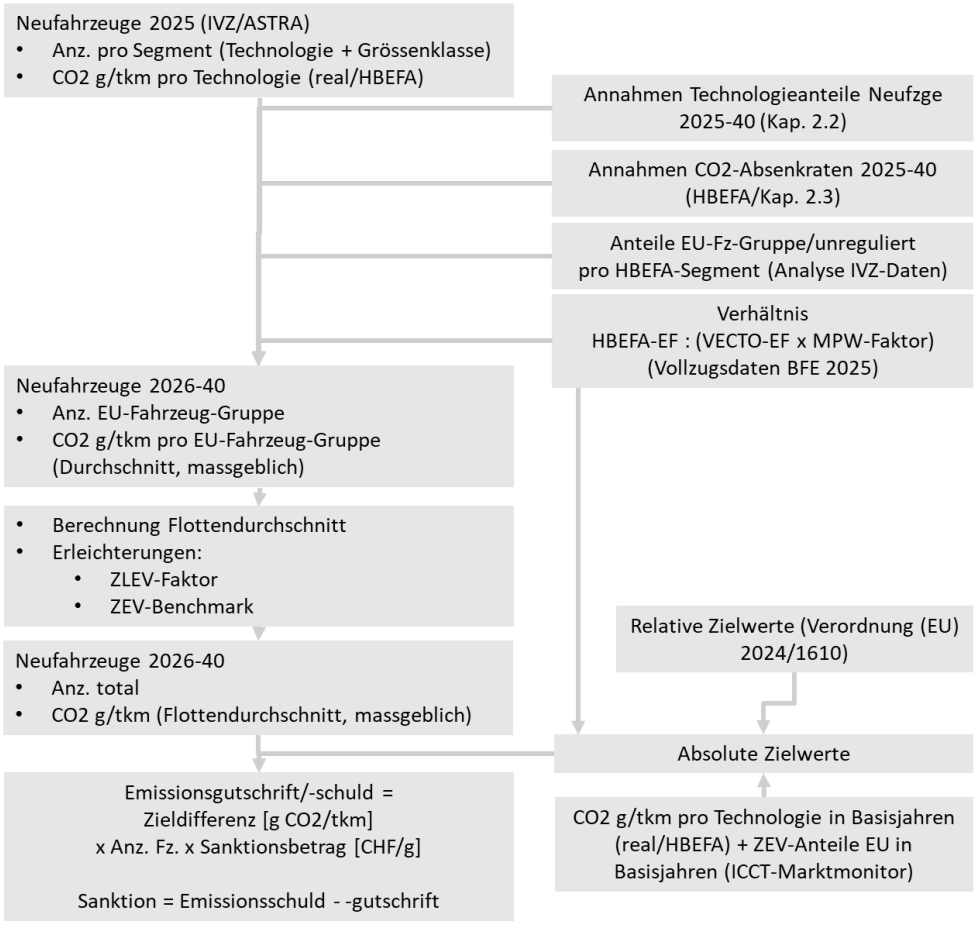
A1. **Methodik**

Abbildung 29: Übersicht Schätzmodell für Zielerreichung und Sanktionen der PW und LNF.



Grafik INFRAS.

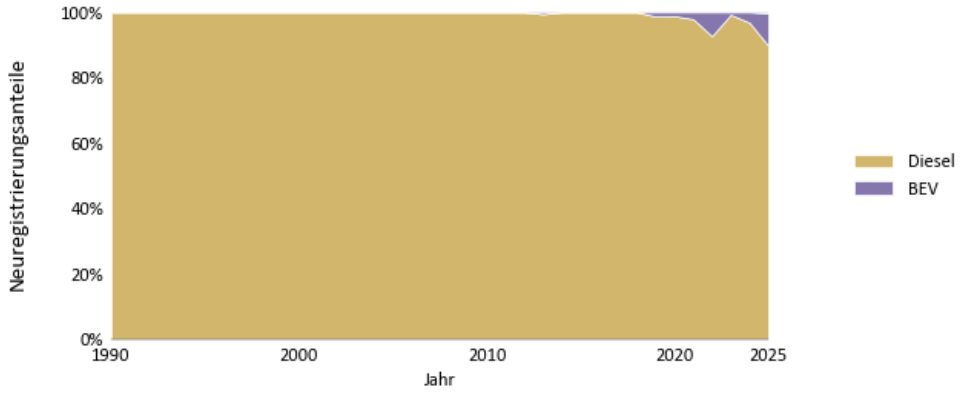
Abbildung 30: Übersicht Schätzmodell für Zielerreichung und Sanktionen der SNF.



Grafik INFRAS.

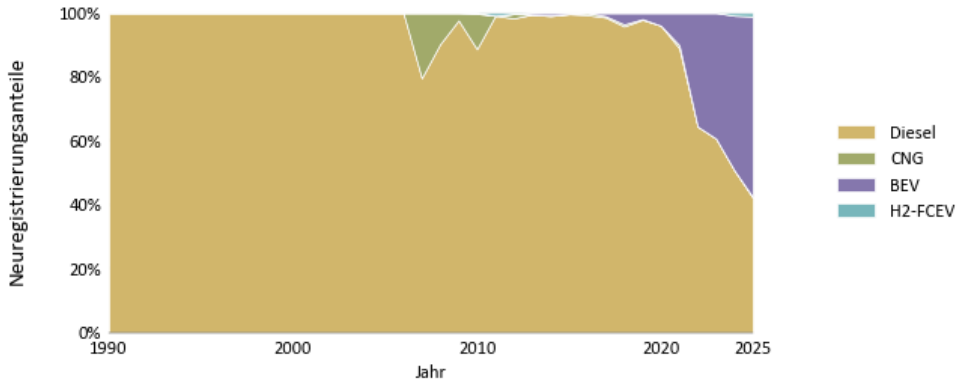
A2. **Historische Marktentwicklung**

Abbildung 31: Neuregistrierungsanteile Reisecars, 1990-2025



Grafik INFRAS. Quelle: IVZ (ASTRA), eigene Auswertung

Abbildung 32: Neuregistrierungsanteile Linienbusse, 1990-2025



Grafik INFRAS. Quelle: IVZ (ASTRA), eigene Auswertung

A3. **Flottenentwicklung**

Abbildung 33: Entwicklung der Neuzulassungsanteile der PW nach Antriebstechnologie in der Marktvariante «progressiv».

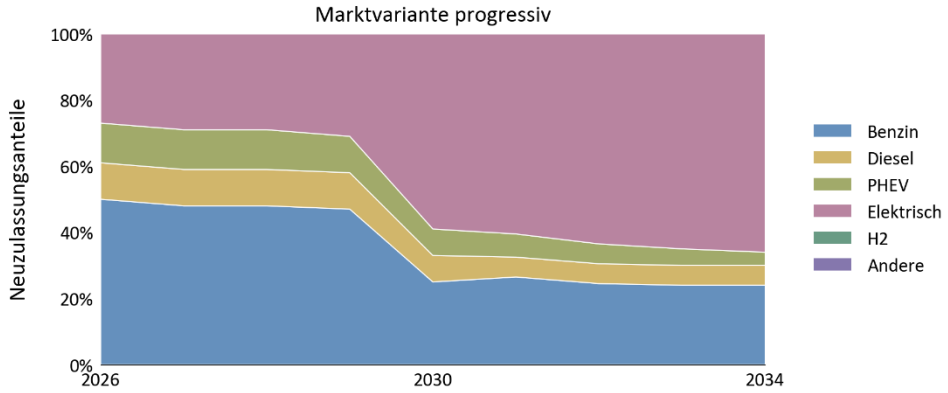


Abbildung 34: Entwicklung der Neuzulassungsanteile der LNF nach Antriebstechnologie in der Marktvariante «progressiv».

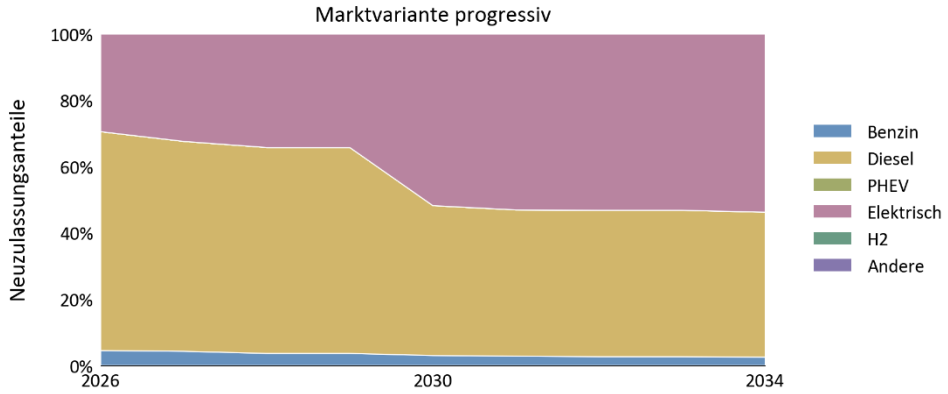


Tabelle 5: Neuzulassungsanteile PW nach Antriebstechnologie in den Szenarien «WWB-0» und «Teilrevision» (in beiden Szenarien identisch).

Jahr	Benzin	Diesel	BEV	PHEV	andere
2026	50.0%	11.0%	27.0%	12.0%	0.0%
2027	49.0%	11.0%	28.0%	12.0%	0.0%
2028	48.0%	11.0%	29.0%	12.0%	0.0%
2029	48.0%	11.0%	29.0%	12.0%	0.0%
2030	31.0%	8.0%	53.0%	8.0%	0.0%
2031	29.5%	7.0%	56.5%	7.0%	0.0%
2032	27.5%	7.0%	59.5%	6.0%	0.0%
2033	27.0%	7.0%	61.0%	5.0%	0.0%
2034	27.0%	7.0%	62.0%	4.0%	0.0%
2035	25.0%	7.0%	65.0%	3.0%	0.0%
2036	23.0%	6.5%	68.5%	2.0%	0.0%
2037	21.0%	6.0%	72.0%	1.0%	0.0%
2038	19.0%	5.0%	76.0%	0.0%	0.0%
2039	17.0%	4.0%	79.0%	0.0%	0.0%
2040	15.0%	3.0%	82.0%	0.0%	0.0%

Tabelle 6: Neuzulassungsanteile PW nach Antriebstechnologie, Marktvariante «progressiv» des Szenarios «Teilrevision».

Jahr	Benzin	Diesel	BEV	PHEV	andere
2026	50.0%	11.0%	26.0%	12.0%	0.0%
2027	48.0%	11.0%	29.0%	12.0%	0.0%
2028	48.0%	11.0%	29.0%	12.0%	0.0%
2029	47.0%	11.0%	31.0%	11.0%	0.0%
2030	25.0%	8.0%	59.0%	8.0%	0.0%
2031	26.5%	6.0%	60.5%	7.0%	0.0%
2032	24.5%	6.0%	63.5%	6.0%	0.0%
2033	24.0%	6.0%	65.0%	5.0%	0.0%
2034	24.0%	6.0%	66.0%	4.0%	0.0%

Tabelle 7: Neuzulassungsanteile LNF nach Antriebstechnologie, Szenario «WWB-0».

Jahr	Benzin	Diesel	BEV	PHEV	andere
2026	4.5%	66.0%	29.5%	0.0%	0.0%
2027	4.3%	63.3%	32.4%	0.0%	0.0%
2028	3.7%	62.1%	34.3%	0.0%	0.0%
2029	3.7%	62.1%	34.3%	0.0%	0.0%
2030	2.8%	41.7%	55.5%	0.0%	0.0%
2031	2.7%	39.5%	57.8%	0.0%	0.0%
2032	2.5%	37.7%	59.8%	0.0%	0.0%
2033	2.4%	37.7%	59.9%	0.0%	0.0%
2034	2.2%	37.2%	60.6%	0.0%	0.0%
2035	2.2%	37.2%	60.6%	0.0%	0.0%
2036	2.2%	37.1%	60.7%	0.0%	0.0%
2037	2.1%	36.3%	61.6%	0.0%	0.0%
2038	1.9%	33.5%	64.6%	0.0%	0.0%
2039	1.8%	30.7%	67.5%	0.0%	0.0%
2040	1.6%	27.9%	70.5%	0.0%	0.0%

Tabelle 8: Neuzulassungsanteile LNF nach Antriebstechnologie, Szenario «Teilrevision».

Jahr	Benzin	Diesel	BEV	PHEV	andere
2026	4.5%	66.0%	29.5%	0.0%	0.0%
2027	4.3%	63.3%	32.4%	0.0%	0.0%
2028	3.7%	62.1%	34.3%	0.0%	0.0%
2029	3.7%	62.1%	34.3%	0.0%	0.0%
2030	3.0%	49.2%	47.8%	0.0%	0.0%
2031	2.8%	47.1%	50.1%	0.0%	0.0%
2032	2.7%	45.1%	52.2%	0.0%	0.0%
2033	2.7%	45.1%	52.2%	0.0%	0.0%
2034	2.6%	44.7%	52.8%	0.0%	0.0%
2035	2.4%	41.9%	55.7%	0.0%	0.0%
2036	2.2%	39.1%	58.7%	0.0%	0.0%
2037	2.1%	36.3%	61.6%	0.0%	0.0%
2038	1.9%	33.5%	64.6%	0.0%	0.0%
2039	1.8%	30.7%	67.5%	0.0%	0.0%
2040	1.6%	27.9%	70.5%	0.0%	0.0%

Tabelle 9: Neuzulassungsanteile LNF nach Antriebstechnologie, Marktvariante «progressiv» des Szenarios «Teilrevision».

Jahr	Benzin	Diesel	BEV	PHEV	andere
2026	4.5%	66.0%	29.5%	0.0%	0.0%
2027	4.3%	63.3%	32.4%	0.0%	0.0%
2028	3.7%	62.1%	34.3%	0.0%	0.0%
2029	3.7%	62.1%	34.3%	0.0%	0.0%
2030	3.0%	45.2%	51.8%	0.0%	0.0%
2031	2.8%	44.1%	53.1%	0.0%	0.0%
2032	2.7%	44.1%	53.2%	0.0%	0.0%
2033	2.7%	44.1%	53.2%	0.0%	0.0%
2034	2.6%	43.7%	53.8%	0.0%	0.0%

Tabelle 10: Neuzulassungsanteile SNF nach Antriebstechnologie, Szenario «WWB-0».

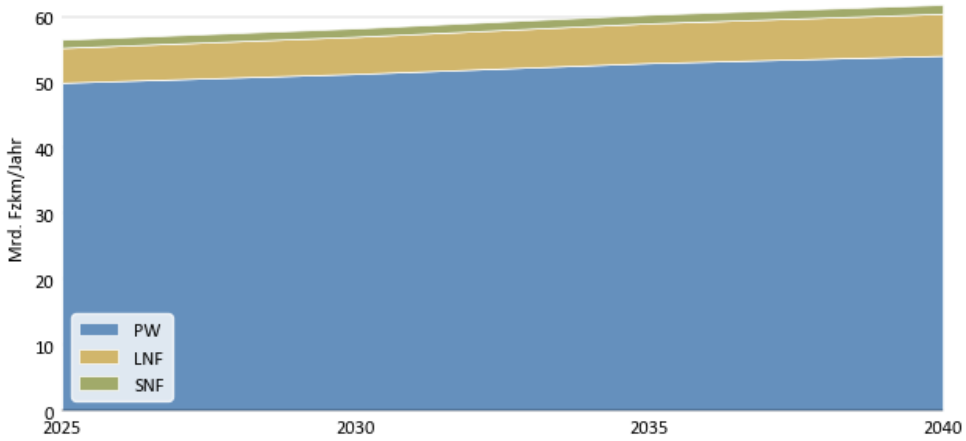
Jahr	Benzin	Diesel	BEV	H2 FCEV	andere
2026	0.0%	84.0%	16.0%	0.0%	0.0%
2027	0.0%	83.8%	16.2%	0.0%	0.0%
2028	0.0%	82.7%	16.7%	0.0%	0.6%
2029	0.0%	81.3%	17.5%	0.0%	1.2%
2030	0.0%	75.2%	23.2%	0.0%	1.6%
2031	0.0%	73.2%	24.5%	0.0%	2.3%
2032	0.0%	70.9%	26.1%	0.1%	2.9%
2033	0.0%	68.6%	27.7%	0.2%	3.5%
2034	0.0%	66.4%	29.2%	0.4%	4.0%
2035	0.0%	62.5%	32.5%	0.7%	4.3%
2036	0.0%	60.0%	34.7%	0.9%	4.4%
2037	0.0%	56.0%	38.3%	1.2%	4.5%
2038	0.0%	51.4%	43.0%	1.6%	4.0%
2039	0.0%	46.7%	47.8%	2.0%	3.5%
2040	0.0%	42.0%	52.6%	2.4%	3.0%

Tabelle 11: Neuzulassungsanteile SNF nach Antriebstechnologie, Szenario «Teilrevision».

Jahr	Benzin	Diesel	BEV	H2 FCEV	andere
2026	0.0%	82.8%	17.2%	0.0%	0.0%
2027	0.0%	81.4%	18.6%	0.0%	0.0%
2028	0.0%	78.6%	20.8%	0.0%	0.6%
2029	0.0%	77.5%	21.4%	0.0%	1.1%
2030	0.0%	69.2%	29.3%	0.0%	1.5%
2031	0.0%	68.1%	29.7%	0.0%	2.1%
2032	0.0%	67.0%	30.1%	0.1%	2.8%
2033	0.0%	65.9%	30.5%	0.2%	3.4%
2034	0.0%	64.9%	30.8%	0.4%	3.9%
2035	0.0%	61.7%	33.3%	0.8%	4.2%
2036	0.0%	60.0%	34.7%	0.9%	4.4%
2037	0.0%	56.0%	38.3%	1.2%	4.5%
2038	0.0%	51.4%	43.0%	1.6%	4.0%
2039	0.0%	46.7%	47.8%	2.0%	3.5%
2040	0.0%	42.0%	52.6%	2.4%	3.0%

A4. **Fahrleistungen**

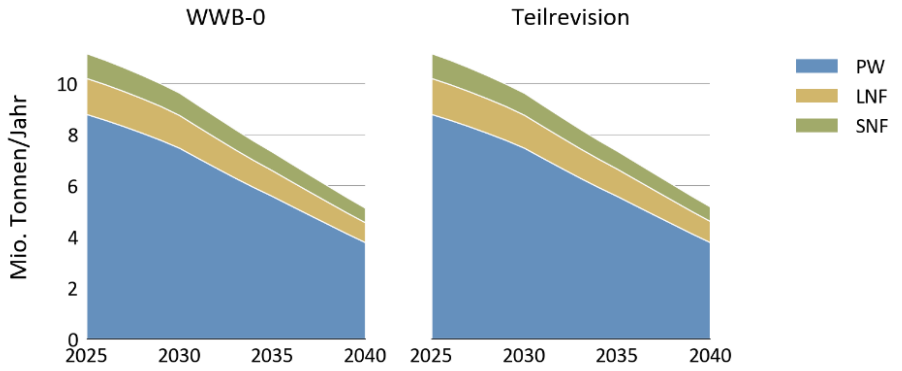
Abbildung 35: Entwicklung der absoluten Fahrleistungen der regulierten Inlandflotte im Studienzeitraum.



Grafik INFRAS. Quelle: Eigene Berechnungen

A5. CO_2-Emissionen

Abbildung 36: CO_2-Emissionen der regulierten Fahrzeuge nach Szenario und Fahrzeugkategorie



Grafik INFRAS. Quelle: Eigene Berechnungen

Tabelle 12: CO_2-Emissionen der regulierten Flotte nach Szenario und Jahr, in Mio. t CO_2 (total).

Jahr	WWB-0	Teilrevision	Abs. Differenz Teilrevision - WWB-0
2025	11.2	11.2	0.00
2026	10.9	10.9	0.00
2027	10.6	10.6	0.00
2028	10.3	10.3	-0.01
2029	10.0	10.0	-0.01
2030	9.6	9.6	-0.01
2031	9.1	9.1	0.00
2032	8.7	8.7	0.00
2033	8.2	8.2	0.01
2034	7.7	7.8	0.02
2035	7.3	7.4	0.03
2036	6.9	6.9	0.04
2037	6.4	6.5	0.05
2038	6.0	6.0	0.05
2039	5.5	5.6	0.05
2040	5.1	5.2	0.05
2025-2040	**133.7**	**133.9**	**0.27**

A6. **Sanktionen**

A6.1. PW

Tabelle 13: Modellierte Sanktionen für PW (identische Werte für beide Szenarien) 2026-2034, Total in Mio. CHF sowie Betrag pro Fahrzeug in CHF.

Jahr	Mio. CHF (total)		CHF/Fahrzeug	
	WWB-0	Teilrevision	WWB-0	Teilrevision
2026	0.0	0.0	0.00	0.00
2027	0.0	0.0	0.00	0.00
2028	9.9	9.9	36.23	36.23
2029	0.0	0.0	0.00	0.00
2030	313.4	193.7	1 133.05	697.79
2031	187.6	193.7	674.14	697.79
2032	80.1	193.7	286.17	697.79
2033	22.0	22.0	78.29	78.29
2034	0.0	0.0	0.00	0.00

A6.2. LNF

Tabelle 14: Sanktionen für LNF nach Szenario und Jahr 2026-2034, Total in Mio. CHF sowie Betrag pro Fahrzeug in CHF.

Jahr	Mio. CHF (total)		CHF/Fahrzeug	
	WWB-0	Teilrevision	WWB-0	Teilrevision
2026	9.3	9.3	288.58	288.58
2027	0.0	0.0	0.00	0.00
2028	4.4	4.4	130.87	130.87
2029	2.3	2.3	66.34	66.34
2030	45.1	26.3	1 271.64	734.06
2031	25.1	26.3	695.25	734.06
2032	8.2	26.3	223.15	734.06
2033	6.5	6.9	174.91	186.64
2034	1.0	1.2	27.01	31.63

A6.3. SNF

Tabelle 15: Sanktionen für SNF nach Szenario und Jahr 2026-2034, Total in Mio. CHF sowie Betrag pro Fahrzeug in CHF.

Jahr	Mio. CHF (total)		CHF/Fahrzeug	
	WWB-0	Teilrevi-sion	WWB-0	Teilrevi-sion
2026	0.0	0.0	0.00	0.00
2027	0.0	0.0	0.00	0.00
2028	0.0	0.0	0.00	0.00
2029	0.0	0.0	0.00	0.00
2030	0.0	22.4	0.00	6 564.03
2031	0.0	12.9	0.00	3 767.97
2032	0.0	3.6	0.00	1 054.72
2033	0.0	0.0	0.00	0.00
2034	0.0	0.0	0.00	0.00

Glossar

BEV	Battery-Electric Vehicle (batterieelektrisches Fahrzeug)
CO_2(total)	Gesamter CO_2-Ausstoss (fossiles + erneuerbares CO_2)
H2-FCEV	Wasserstoff-Brennstoffzellenfahrzeug
H2-ICE	Wasserstoff-Verbrennungsmotor
HBEFA	Handbuch für Emissionsfaktoren des Strassenverkehrs (s. www.hbefa.net)
LNF	Leichtes Nutzfahrzeug (Lieferwagen)
IVZ	Informationssystem Verkehrszulassung des ASTRA
NEFZ	Neuer europäischer Fahrzyklus. Bis 2020 in Typenprüfungen verwendeter Fahrzyklus.
PHEV	Plug-in Hybrid Electric Vehicle
PW	Personenwagen
pkm	Personenkilometer
SC	Supercredits. Erleichterung durch höhere Gewichtung von ZEV oder ZLEV bei der Sanktionsberechnung.
SNF	Schweres Nutzfahrzeug (LKW). Umfasst im vorliegenden Kontext nur Sachentransportfahrzeuge, keine Personentransportfahrzeuge.
TCO	Total cost of ownership
tkm	Tonnenkilometer
WLTP	"Worldwide Harmonised Light Vehicles Test Procedure". Globaler Laborstandard für die Messung von Energieverbrauch und Emissionen in der Fahrzeugtypenprüfung; löste ab 2021 den NEFZ ab.
ZEV	Zero Emission Vehicle (Nullemissionsfahrzeug)
ZLEV	Zero or Low Emission Vehicle (Null- oder Niedrigemissionsfahrzeug)
ZMA	Zielmarktanteile bei der Sanktionsberechnung. Führen zu Erleichterung, wenn sie von der Flotte eines Importeurs überschritten werden.

Literatur

ADAC 2026: Autosuche. [https://www.adac.de/rund-ums-fahrzeug/autokatalog/marken-modelle/autosuche/?type=klassik-autosuche].

ARE 2022: Schweizerische Verkehrsperspektiven 2050. Schlussbericht. Bundesamt für Raumentwicklug (ARE). [https://www.are.admin.ch/dam/are/de/dokumente/verkehr/publikationen/verkehrsperspektiven-schlussbericht.pdf.download.pdf/verkehrsperspektiven-schlussbericht.pdf].

ASTAG 2025: Selbstkosten für Nutzfahrzeuge. [https://www.astag.ch/shop/detail/selbstkosten-fuer-nutzfahrzeuge-sns-2025].

Basma, H., Rodriguez, F. 2023: A total cost of ownership comparison of truck decarbonization pathways in Europe. International Council on Clean Transportation (ICCT). [https://theicct.org/wp-content/uploads/2023/11/ID-54-%E2%80%93-EU-HDV-TCO_paper_final2.pdf].

BFE 2026: Energieverbrauch und Energieeffizienz der neuen Personenwagen und leichten Nutzfahrzeuge 2025. 30. Berichterstattung im Rahmen der Energieverordnung. Bundesamt für Energie (BFE). [https://www.bfe.admin.ch/bfe/de/home/versorgung/statistik-und-geodaten/kennzahlen-fahrzeuge.exturl.html/aHR0cHM6Ly9wdWJkYi5iZmUuYWRtaW4uY2gvZGUvcHVibGljYX/Rpb24vZG93bmxvYWQvMTI2NTg=.html].

BMU 2020: Das System der CO_2-Flottengrenzwerte für Pkw und leichte Nutzfahrzeuge. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU). [https://www.bundesumweltministerium.de/en/law/the-eu-regulations-on-reducing-CO_2-emissions-from-road-vehicles].

Bothe, D., Zähringer, M., Schmitt, S. 2023: Regulatory Costs of Euro 7 - findings from an industry survey. Frontier Economics. [https://www.frontier-economics.com/media/piugmdqt/frontier-report-regulatory-costs-of-euro-7.pdf].

Burnham, A., Gohlke, D., Rush, L., Stephens, T., Zhou, Y., Delucchi, M. A., Birky, A., Hunter, C., Lin, Z., Ou, S. 2021: Comprehensive total cost of ownership quantification for vehicles with different size classes and powertrains. Argonne National Laboratory (ANL).

Dornoff, J., Valverde Morales, V., Tietge, U. 2024: On the way to „real-world“ CO_2 values? The European passenger car market after 5 years of WLTP. International Council on Clean Transportation (ICCT). [https://theicct.org/wp-content/uploads/2024/01/ID-76-%E2%80%93-EU-WLTP_final.pdf].

EnergieSchweiz 2026: www.verbrauchskatalog.ch. [www.verbrauchskatalog.ch].

IEA 2025: World Energy Outlook.

INFRAS, PSI, Swiss Post, Designwerk 2025: Swiss e-Cargo. [https://www.infras.ch/media/filer_public/ba/ad/baadfc19-870a-4420-9b2f-8e21bc34ea27/3886a_swiss-e-cargo_schlussbericht_definitiv.pdf].

Keller, M., Wüthrich, P. 2017: CO_2-Emissionsvorschriften für Personenwagen und leichte Nutzfahrzeuge-Grundlagenbericht; erstellt im Auftrag des BFE. Bundesamt für Energie (BFE). [http://www.bfe.admin.ch/php/modules/publikationen/stream.php?extlang=de&name=de_406219528.pdf].

Mulholland, E., Benoit, M. 2026: Market spotlight: European Heavy-Duty Vehicle Market Development Quarterly (January-December 2025). International Council on Clean Transportation (ICCT). [https://theicct.org/publication/r2z-eu-hdv-market-development-quarterly-jan-dec-2025-mar26/].

Notter, B., Cox, B., Hausberger, S., Matzer, C., Weller, K., Dippold, M., Politschnig, N., Lipp, S., Knörr, W., Allekotte, M., André, M., Gagnepain, M., Hult, C., Jerksjö, M. 2022: HBEFA 4.2. Documentation of updates. Bundesamt für Umwelt BAFU (CH), Umweltbundesamt UBA (DE), Umweltbundesamt UBA (AT), Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie ADEME (FR), Trafikverket (SE), Miljødirektoratet (NO). [https://www.hbefa.net/e/documents/HBEFA42_Update_Documentation.pdf].

Notter, B., Cox, B., Schweizer, S. 2025: HBEFA. Handbook of emission factors for road transport 5.1. Quick reference. INFRAS, Bern. [https://download.hbefa.net/helpfiles/HBEFA51_help_en.pdf].

Notter, B., Cox, B., Weller, K., Opetnik, M., Dippold, M., Hausberger, S., Present, S., Heidt, C., Kräck, J., Allekotte, M., Knörr, W., Borken-Kleefeld, J., Kumawat, P., Potturu, L., Vuorenmaa Berdica, K., Sahlgren, D., André, M., Vansevenant, B., Liu, Y., Sjödin, A., et al. 2025: HBEFA 5.1. Documentation of updates. Bundesamt für Umwelt BAFU (CH), Umweltbundesamt UBA (DE), Umweltbundesamt UBA (AT), Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie ADEME (FR), Trafikverket (SE), Miljødirektoratet (NO). [https://download.hbefa.net/reports/hb51/HBEFA5.1_Update_documentation.pdf].

Tietge, U., Diaz, S., Mock, P., Allekotte, M., Heidt, C., Knörr, W., Althaus, H.-J., Notter, B., Oberpriller, Q., Läderach, A., Hausberger, S., Matzer, C., Eisenmann, C., Kuhnimhof, T. 2020: Erarbeitung einer Methode zur Ermittlung und Modellierung der CO_2-Emissionen des Kfz-Verkehrs. Forschungskennzahl 3716 58 180 0. ICCT, ifeu, INFRAS, TU Graz, DLR im Auftrag des deutschen Umweltbundesamtes (UBA). [https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/erarbeitung-einer-methode-zur-ermittlung].