

FVV PRIME MOVERS. TECHNOLOGIES.

Effizienter Einsatz des CO₂-Restbudgets im Mobilitätssektor

4 Thesen auf Basis einer Metastudie zu Lebenszyklusanalysen



© 2020 FVV – Frankfurt am Main



Die Mechanismen internationaler Klimaschutzpolitik basieren derzeit auf nationalen Emissionszielen, die wiederum in zeitlich gestaffelte Etappenziele für einzelne Sektoren heruntergebrochen werden. Der deutsche Verkehrssektor soll im Jahr 2030 die jährlichen CO₂-Emissionen von 163 auf 95 bis 98 Millionen Tonnen reduzieren. Da 95 Prozent der verkehrsbedingten CO₂-Emissionen aktuell aus dem Straßenverkehr stammen, muss dieser den Großteil der gewünschten Reduktion erbringen. Eine neue **Metastudie der FVV**, durchgeführt von **Frontier Economics**, hinterfragt nun, ob diese sektorfokussierte Vorgehensweise einen effektiven Klimaschutz ermöglicht. Aus der Analyse von mehr als 80 Einzelstudien zur Lebenszyklusanalyse von Fahrzeugantrieben (Benzin, Diesel, BEV, FCEV) lassen sich vier handlungsleitende Thesen ableiten.



Eine Lebenszyklusanalyse (englisch: Life-Cycle Assessment, LCA) berücksichtigt alle Umweltwirkungen während des Produktlebenszyklus. Dazu gehören insbesondere die Produktion einschließlich Materialien und Zulieferteilen, die Nutzungsphase sowie Entsorgung und Wiederverwertung. Die diesem Thesenpapier zugrundeliegende Metastudie betrachtet ausschließlich die Treibhausgasemissionen. Aus Gründen der Vereinfachung wird in diesem Text ausschließlich von CO₂-Emissionen gesprochen. Da auch andere Stoffe Einfluss auf den Treibhauseffekt haben, sind diese in Form von CO₂-Äquivalenten berücksichtigt.

1.

CO₂-Ziele müssen den gesamten Lebenszyklus berücksichtigen.

Die lange Verweildauer von CO₂ in der Atmosphäre führt dazu, dass es auf kurzen Zeitskalen für den Klimawandel völlig unerheblich ist, in welchem Jahr es eingetragen wird. Sprich: Die CO₂-Emissionen akkumulieren sich zu einer atmosphärischen Konzentration, die mit einer Erhöhung der globalen Durchschnittstemperatur korrespondiert. Um die Erwärmung auf maximal 1,5 Grad gegenüber vorindustrieller Zeit zu begrenzen, verbleibt laut Weltklimarat (IPCC) ein CO₂-Budget von 420 bis 580 Milliarden Tonnen, das die Menschheit noch in die Atmosphäre einbringen darf. In einem »Business as usual«-Szenario wäre dieses globale CO₂-Restbudget etwa im Jahr 2030 erschöpft. Ein rascher Technologiewandel hin zu besonders emissionsarmen oder sogar emissionsneutralen Fahrzeugantrieben scheint vor diesem Hintergrund geboten, da rund ein Viertel der aus Verbrennung fossiler Rohstoffe stammenden globalen jährlichen CO₂-Emissionen auf den Verkehrssektor zurückzuführen sind. Einsparungen, die im Fahrzeugbetrieb zu erzielen sind, dürfen jedoch nicht durch erhöhte »Anfangsinvestitionen«, sprich CO₂-Emissionen durch die Fahrzeugproduktion oder den Aufbau der Infrastruktur, aufgezehrt werden.



Fazit: Alle Maßnahmen, die getroffen werden, um die CO₂-Emissionen des Verkehrs zu reduzieren, müssen sich an der Auswirkung auf das globale CO₂-Restbudget orientieren.

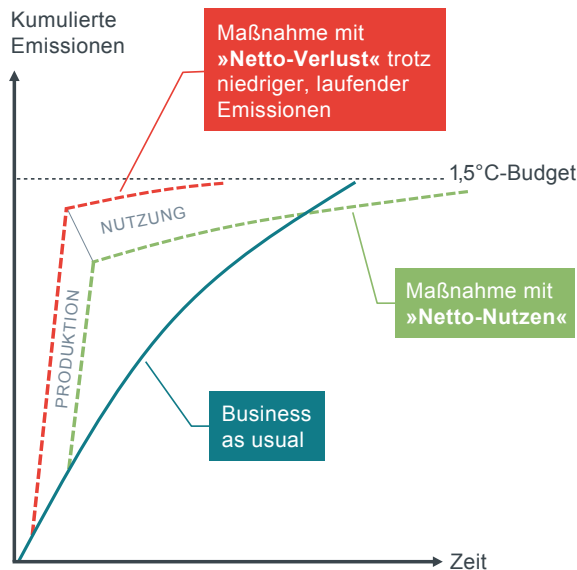


Bild 1: Die Umstellung von Antrieben und Energieträger führt zu Beginn zu erhöhten CO₂-Emissionen. Sie ist so zu steuern, dass durch die eingesparten Emissionen in der Nutzungsphase das CO₂-Restbudget weiter in die Zukunft reicht.

2.

Effiziente CO₂-Reduktion ist mit verschiedenen Antrieben zu erreichen.

Die Ergebnisse von Lebenszyklusanalysen streuen weit, was vor allem damit zu tun hat, dass die gewählten Eingangsparameter das Ergebnis weitgehend bestimmen – zum Beispiel die Frage, welcher Strommix für den Betrieb eines batterieelektrischen Fahrzeugs unterstellt wird oder wieviel CO₂-Emissionen durch die Produktion der unterschiedlichen Antriebstechnologien entstehen. Es ist daher entscheidend, dass Lebenszyklusanalysen die komplette Energiekette von der Energiebereitstellung bis zur Nutzenergie im Fahrzeug berücksichtigen. Zudem muss der Energieaufwand, der für die Produktion und auch das Recycling am Ende des Produktlebenszyklus anfällt, berücksichtigt werden. Außerdem ist der spezifische CO₂-Fußabdruck des notwendigen Infrastrukturaufbaus in den bisherigen LCA-Studien so gut wie nie berücksichtigt. Die aktuelle LCA-Metastudie der FVV zeigt für Pkw zum Beispiel: Würden sektorübergreifend ausschließlich erneuerbare Energieträger eingesetzt, kann ein mit E-Kraftstoff betriebenes Fahrzeug über den Lebenszyklus sogar niedrigere CO₂-Emissionen aufweisen als ein batterieelektrisches.



Fazit: Alle Lösungen, die einen vergleichbaren CO₂-Nutzen erbringen, müssen gleichwertig unterstützt und gefördert werden.

Lebenszyklusemissionen mit aktuellen Energieträgern

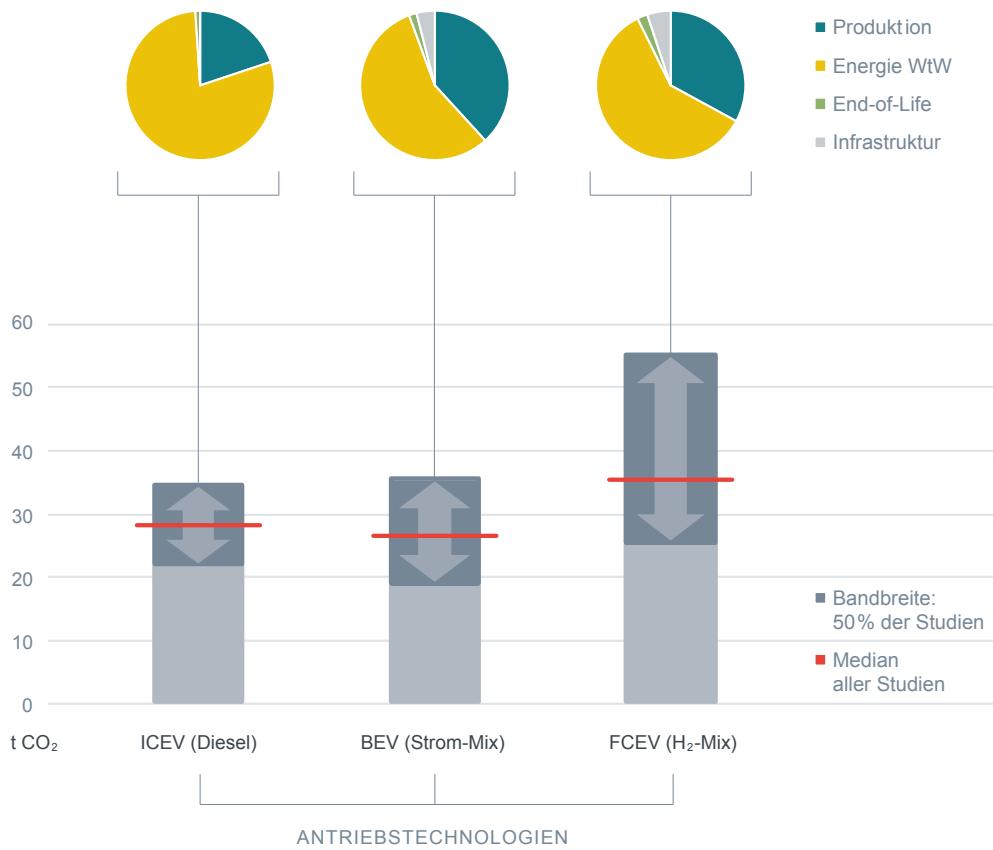


Bild 2-A: Werden Pkw mit fossilen Kraftstoffen, mit Strom aus aktuellem Energiemix oder konventionell erzeugtem Wasserstoff betrieben, weisen batterieelektrische Fahrzeuge und Pkw mit Verbrennungsmotor etwa gleiche Lebenszyklusemissionen auf.

**Lebenszyklusemissionen mit
100% regenerativ erzeugter Betriebsenergie**

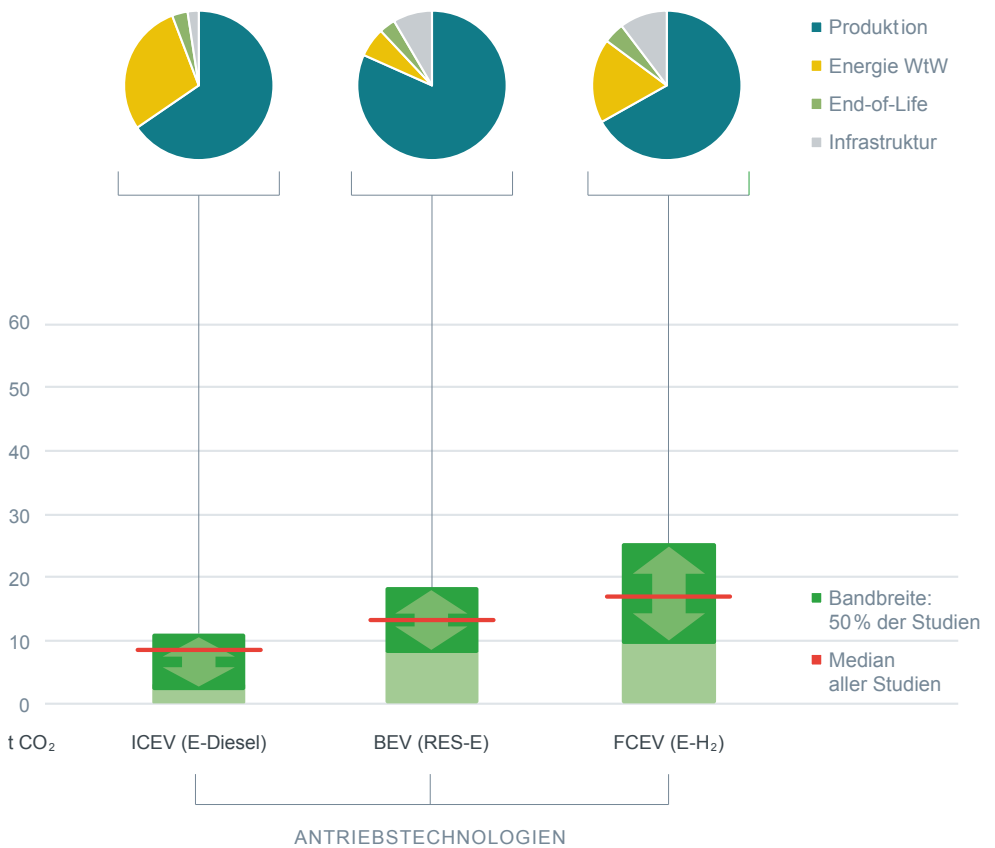


Bild 2-B: Werden in der Nutzungsphase ausschließlich regenerativ erzeugte Energieträger eingesetzt, kann ein mit E-Kraftstoff betriebenes Fahrzeug sogar niedrigere CO₂-Emissionen aufweisen als ein batterieelektrisches. Optimierungspotenzial besteht noch bei der Brennstoffzelle.

3.

Ziele für 2030 bevorzugen Elektroautos, sind aber nur Teil der Lösung.

Die Nationale Plattform »Zukunft der Mobilität« (NPM) empfiehlt, bis zum Jahr 2030 bis zu 10,5 Millionen batterieelektrische Fahrzeuge in den Verkehr zu bringen, Plug-in-Hybride eingerechnet. Da batterieelektrische Fahrzeuge im Betrieb selbst keine CO₂-Emissionen erzeugen, verbessert sich die CO₂-Bilanz des allein betrachteten Verkehrssektors laut NPM im Jahr 2030 um 13 Millionen Tonnen CO₂ gegenüber einem Referenzszenario mit deutlich weniger Elektrofahrzeugen. Dies entspräche einer kumulierten Gesamteinsparung von rund 65 Millionen Tonnen CO₂ bis zum Jahr 2030. Doch wie groß die Wirkung auf das sektorübergreifende CO₂-Restbudget ist, lässt sich nur mit Hilfe der Lebenszyklusanalyse bestimmen. Im ungünstigsten Fall wird das CO₂-Budget nicht um 65 Millionen, sondern nur um 3,9 Millionen Tonnen geschont.



Fazit: Elektromobilität verlagert durch die aktuelle CO₂-Gesetzgebung mit dem Tank-to-Wheel-Ansatz einen wesentlichen Anteil der CO₂-Reduktionen lediglich in andere Sektoren.

Einfluss von Elektrofahrzeugen auf das sektorübergreifende CO₂-Restbudget

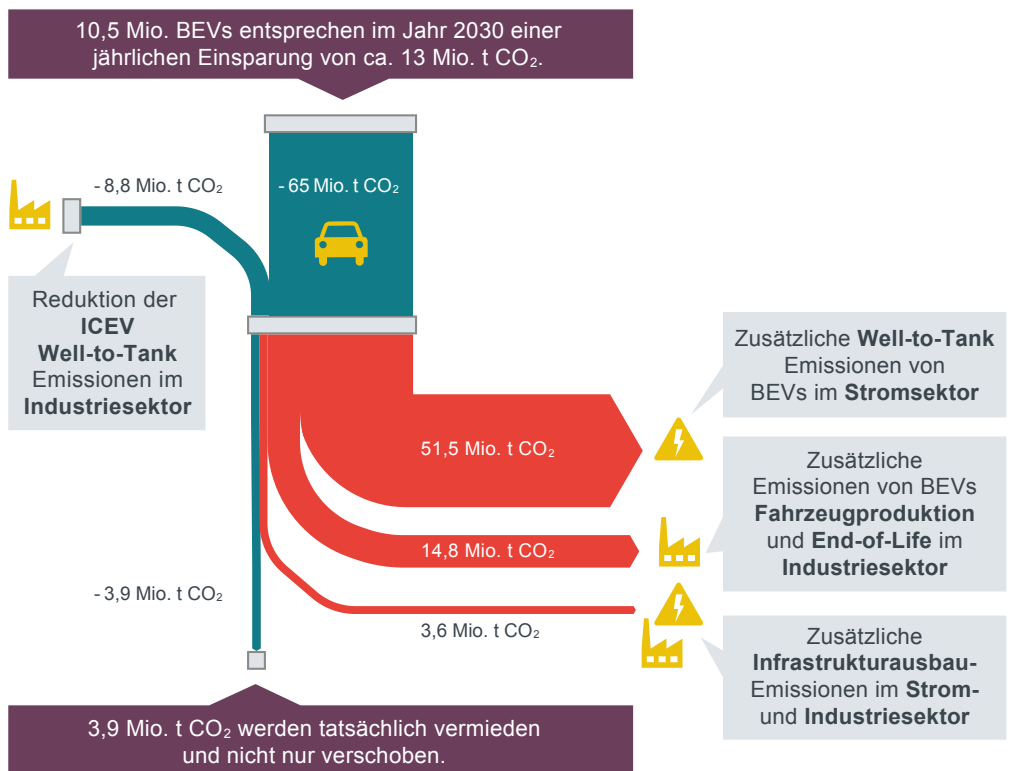


Bild 3: Unterstellt man einen gleichmäßigen Hochlauf der Elektromobilität in den 2020er-Jahren, so beträgt die Gesamteinsparung im Fahrzeugbetrieb 65 Millionen Tonnen CO₂. Hinzu kommen Einsparungen von 8,8 Millionen Tonnen CO₂, die bei Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor durch die Produktion von Otto- und Dieselmotorkraftstoff entstanden wären. Selbst bei wachsendem Grünstrom-Anteil stiegen die Emissionen im Energiesektor dadurch um 51,1 Millionen Tonnen. Der höhere Energieaufwand in der Fahrzeugproduktion schlägt mit zusätzlichen CO₂-Emissionen von 14,8 Millionen Tonnen im Industriesektor zu Buche. Der erhöhte Strombedarf zieht zudem weitere Investitionen in die Infrastruktur im Energie- und Industriesektor nach sich. Eine höhere CO₂-Einsparung pro Fahrzeug ist möglich, sofern die Randbedingungen geändert werden, beispielsweise indem ausschließlich Grünstrom für den Betrieb genutzt wird.

4.

Mobilität der Zukunft braucht Vielfalt.

Im Zentrum der FVV-Metastudie stand der Pkw-Verkehr. Der Straßengüterverkehr, dessen Relevanz für die Versorgungssicherheit der Bevölkerung in der Corona-Krise deutlich wurde, weist jedoch wesentlich höhere Ansprüche, beispielsweise an die Laufleistung, auf. Zudem sind im aktuellen Mobilitätssystem verschiedene Verkehrsträger von mobilen Bau- und Landmaschinen bis hin zum Großraumflugzeug oder Containerschiff von fossilen Energieträgern und Verbrennungskraftmaschinen bestimmt. Es steht vorläufig nicht zu erwarten, dass eine einzige Nachfolgetechnologie für all diese Anwendungen zur Verfügung steht. Eine auf fossilen Kraftstoffen basierende Monokultur kann nicht durch eine elektrische Monokultur ersetzt werden. Daraus ergibt sich eine größer werdende Varianz an Antrieben, aber auch Energieträgern. Investitionen in Infrastrukturen beziehungsweise die Rahmenbedingungen für solche Investitionen müssen daher stets auch die Vielfalt der Anwendungen im Blick haben.



Fazit: Es gibt nicht die eine Lösung für die CO₂-Neutralität im Mobilitätssektor.



Empfehlungen

Mit dem aus der FVV-Metastudie gewonnenen Wissen lassen sich vier Anforderungen an künftige Gesetze und Richtlinien zum Klimaschutz ableiten: Sie sollten **sektorübergreifend, technologieoffen, global** und **langfristig** gestaltet werden.



Sektorübergreifend: Um Verlagerungseffekte zu erfassen, ist ein sektorübergreifendes Optimum auf der Basis von Lebenszyklusanalysen anzustreben. Dabei sind die in anderen Sektoren getroffenen Transformationspfade zu berücksichtigen.



Technologieoffen: In einer Lebenszyklusbetrachtung ergeben sich – ohne den CO₂-Fußabdruck für die Infrastruktur einzubeziehen – für die verschiedenen Antriebstechnologien keine wesentlichen Unterschiede in den CO₂-Einsparungen. Zudem sollten technische Optionen für die Umstellung der Bestandsflotte auf regenerative Energieträger geschaffen werden.



Global: Der Ausbau regenerativer Energieerzeugung ist in Deutschland begrenzt und in vielen Fällen nicht wirtschaftlich darstellbar. Deshalb sind Energiepartnerschaften mit anderen Ländern anzustreben, in denen gut zu speichernde und transportierende synthetische Kraftstoffe hergestellt werden können.



Langfristig: Klimaschutz, Wirtschaftlichkeit und Wohlstand sollten in Einklang gebracht werden. Dafür ist das CO₂-Budgetprinzip anzuwenden. Die UN-Nachhaltigkeitskriterien (17 Sustainable Development Goals) sollten bei allen Maßnahmen berücksichtigt werden.

Das FVV-Thesenpapier beruht auf der Studie
›Cradle-to-Grave-Lebenszyklusanalyse im Mobilitätssektor – Metastudie
zur CO₂-Bilanz alternativer Fahrzeugantriebe‹.

HERAUSGEBER: Forschungsvereinigung Verbrennungskraftmaschinen e. V.

AUTOREN: Dr. David Bothe und Theresa Steinfurt, Frontier Economics Ltd.

AUSGABE: R595 | 2020

Beide Publikationen sind online verfügbar:

→ www.primemovers.de | Denken | Bilanz gezogen

→ www.themis-wissen.de

Forschungsvereinigung Verbrennungskraftmaschinen e.V.
Research Association for Combustion Engines

Lyoner Strasse 18 | 60528 Frankfurt/M. | Germany
T +49 69 6603 1345 | F +49 69 6603 2345 | info@fvv-net.de

www.fvv-net.de | www.primemovers.de