

Defossilization, Not Decarbonization:

Toward a Life Cycle-Based Standard

for Automotive Greenhouse Gas Regulation

Johannes Fottner, Magnus Fröhling, Tim Bütke, Francesco Ferraresi, Anna M. Fischer,
Vellah K. Kigwiru, Jana Schirmeister, Chris Schönherr, Salome Varamishvili

Executive Summary

Die EU reguliert die Klimawirkungen von Personenkraftwagen an einem einzigen Punkt: dem Auspuff. Alle anderen Faktoren, die den tatsächlichen CO₂-Fußabdruck eines Fahrzeugs bestimmen, z.B. die Treibhausgasemissionen bei der Produktion von Stahl, Aluminium, Batterien, etc., die fossile oder erneuerbare Herkunft der Antriebsenergie, die am Lebensende zurückgewonnenen Materialien – bleibt für die Kennzahl, die über die regulatorische Konformität entscheidet, unsichtbar. Gleichzeitig mangelt es dem EU-Regulierungsrahmen an Präzision: Er konzentriert sich auf "Dekarbonisierung" statt auf das, worauf es eigentlich ankommt: Defossilierung, das heißt die Reduktion von fossilem Kohlenstoff, der geologischen Lagerstätten entnommen wird. Infolgedessen, so die These dieses White Papers, weist der Regulierungsrahmen einen strukturellen blinden Fleck mit erheblichen wirtschaftlichen und politischen Konsequenzen auf: Eine Regulierung, die einen Beitrag zur Defossilierung nicht erkennen kann, kann ihn auch nicht belohnen, und was eine Regulierung nicht belohnt, wird die Industrie nicht in großem Maßstab finanzieren.

Die Folge ist eine systematische Fehlallokation von Anstrengungen. Ein Hersteller, der in nahezu CO₂-freien Stahl investiert, ein Zulieferer, der die Batterieproduktion defossiliert, ein Energieerzeuger, der erneuerbare Kraftstoffe skaliert, ein Recyclingunternehmen, das kritische Rohstoffe im Kreislauf hält – all diese Elemente reduzieren den fossilen Kohlenstoff, den ein Fahrzeug aus langfristiger geologischer Lagerung bezieht. Keines von ihnen verbessert die Kennzahl, anhand derer die Konformität mit der Verordnung (EU) 2019/631 bewertet wird, auch nur um ein Gramm. Der gegenwärtige Rahmen konzentriert den gesamten regulatorischen Anreiz somit auf einen einzigen Hebel, den Antrieb, während er die übrigen Hebel der Defossilierung, etwa Materialien und Energieträger, ohne jeden regulatorischen Wert lässt. Für eine Union, die weiterhin Heimat genau dieser Industrien sein will, hat diese Gestaltungsentscheidung gravierende industriepolitische Konsequenzen.

Dies wird durch den Stand der Wissenschaft bestätigt. Eine systematische Auswertung von 19 Studien und 47 modellierten Szenarien zeigt, dass batterieelektrische Fahrzeuge in rund 92 % der Szenarien die Lebenszyklus-Emissionen reduzieren, im Durchschnitt um 41 %. Die Spannweite von -89 % bis +21 % zeigt jedoch, wie stark das Ergebnis davon abhängt, wo ein Fahrzeug gebaut wird, wie kohlenstoffintensiv seine Produktionsvorleistungen sind und mit welchem Energieträger es betrieben wird. Der Antrieb ist der größte einzelne Einflussfaktor; Materialien und Energieträger verschieben das Ergebnis in beide Richtungen erheblich weiter, während eine rein auspuffbasierte Kennzahl von dieser Varianz nichts erfasst. Sie stuft zwei Fahrzeuge als identisch ein, deren tatsächlicher CO₂-Fußabdruck sich erheblich unterscheiden kann. Und das geschieht genau in dem Moment, in dem sich der entscheidende Wettbewerb bei der Defossilierung des Automobilsektors vorgelagert verschiebt, in Lieferketten und Energiesysteme hinein.

Es gibt eine weitere unbequeme Wahrheit, mit der sich der gegenwärtige Rahmen nie auseinandersetzen musste. Es ist nicht klar, inwieweit die gesteckten Ziele zum Klimaschutz im Verkehrsbereich erreicht werden können. Beispielsweise zeigt eine wissenschaftliche Studie, dass der Pkw-Sektor beim von der EU angestrebten Tempo der E-Mobilitäts-Einführung bis 2030 nur rund 80 Millionen Tonnen der benötigten rund 188 Millionen Tonnen CO₂-Äq-Reduktion liefern würde, wobei Verbrennerfahrzeuge in jenem Jahr weiterhin 78 % der Fahrzeugflotte ausmachen würden (Tang et al., 2023). Die Compliance-Architektur der Regulierung selbst wurde jedoch nie darauf ausgelegt, auf diesen Befund in die eine oder andere Richtung zu reagieren: Die Verordnung (EU) 2019/631 setzt implizit voraus, dass die Elektrifizierung allein den Beitrag der Flotte zu den Klimazielen der EU trägt. Ein Rahmen, der auf einen einzigen zulässigen Hebel aufgebaut ist, verfügt konstruktionsbedingt über keine Möglichkeit der Reaktion, falls dieser Hebel allein nicht ausreicht, unabhängig von den zugrunde liegenden Gründen, die mit Lieferketten, Ladeinfrastruktur, Kosten oder Verbraucherakzeptanz zusammenhängen könnten. Diese strukturelle Verwundbarkeit besteht unabhängig davon, wie der Elektrifizierungs-Hochlauf aktuell verläuft; dass die Kommission selbst einen mehrjährigen Compliance-Mechanismus für 2030–2032 eingeführt hat (siehe Abschnitt 3.2), der einen Fehlbetrag in einem Jahr durch Übererfüllung in einem anderen ausgleichen lässt, ist selbst ein Eingeständnis, dass das Risiko einer Zielverfehlung real genug ist, um einen Puffer zu erfordern.

Aus der Logik der Regulierung ergibt sich somit die Schlussfolgerung, dass ein Regulierer, der es mit seinen Klimazielen ernst meint, sich nicht auf einen einzigen Hebel ohne Rückfalloption verlassen kann, falls dieser Hebel unterperformt. Er muss auch die übrigen Hebel ins Spiel bringen. Wenn die Klimaziele der EU erreicht werden sollen, müssen Defossilierung, darunter kohlenstoffarme Materialien, erneuerbare Energieträger und Zirkularität, als Verstärkung desselben Ziels durch jedes Mittel, das ihm nachweislich dient, in den Compliance-Rahmen einbezogen werden, statt als Rückzug vom Elektrifizierungspfad. Ein Rahmen, der diese Hebel konstruktionsbedingt ausschließt, hat keine Antwort, falls der Antriebswandel allein nicht ausreicht. Das ist ein Risiko, das sich die EU angesichts ihrer Ziele nicht leisten kann, und eine regulatorische Entscheidung, die sich nach Auffassung dieses White Papers nicht länger rechtfertigen lässt.

Politisch ist der Boden für eine Korrektur besser vorbereitet als die Debatte vermuten lässt. Die durchgeführte Analyse der regulatorischen und politischen Rahmenbedingungen zeigt, dass das Defossilierungsziel selbst nicht in Frage gestellt wird, weder in der EU noch unter ihren Mitgliedstaaten. Eine lebenszyklus-basierte Methodik, aufbauend auf dem Werkzeug der Ökobilanzierung (Life Cycle Assessment), die nötig wäre, um auf Basis des vollständigen Bildes zu handeln, ist bereits etablierte EU-Praxis, verankert etwa in der Ökodesign-Verordnung und dem CO₂-Grenzausgleichsmechanismus. Hersteller veröffentlichen zunehmend modellspezifische Ökobilanz-Studien, noch bevor dazu eine rechtliche Verpflichtung besteht. Die Diskussion betrifft hauptsächlich die Frage, wie eine lebenszyklus-basierte Regulierung umgesetzt werden sollte, nicht, ob sie überhaupt Teil einer Regulierung sein sollte. Was jetzt gebraucht wird, ist eine verwaltbare regulatorische Architektur, die dies in einen praktikablen Standard überführt, und die politische Ehrlichkeit, die Lücke beim Namen zu nennen.

Dieses White Paper legt diese Architektur dar: einen Standard, der misst, wozu sich die EU tatsächlich verpflichtet hat – Defossilierung, die Reduktion von fossilem Kohlenstoff über den gesamten Lebenszyklus eines Fahrzeugs –, aufgebaut auf sieben Gestaltungsprinzipien und eingeführt in drei Phasen.

Die sieben Prinzipien:

1. Auf bestehenden Rahmenwerken und Initiativen aufbauen, etwa der Batterieverordnung, der CRMA, CSRD/ESRS und Catena-X, statt ein Parallelsystem zur Berichterstattung zu schaffen.
2. Artikel 7a wirksam machen: die derzeit freiwillige Berichterstattung zu CO₂-Emissionen über den Lebenszyklus in eine verpflichtende, verifizierte Berichterstattung überführen, ohne sie bereits compliance-relevant zu machen.
3. Leistung belohnen, nicht Kategorien: pauschale Gutschriften durch eine leistungsbasierte Anrechnung ersetzen, die sich an der verifizierten Kohlenstoffintensität orientiert, sodass eine Tonne vermiedenen fossilen Kohlenstoffs denselben regulatorischen Wert hat, unabhängig davon, an welcher Stelle des Lebenszyklus sie vermieden wird.
4. Die Bilanzierungsasymmetrie zwischen Strom und Kraftstoff schließen, sodass beide Seiten der Energieträger-Bilanz nach denselben Maßstäben behandelt werden.
5. In frei verfügbare Lebenszyklus-Inventardaten (Life Cycle Inventories) investieren, wobei Primärdaten bevorzugt werden, wo immer sie verfügbar sind, damit kleinere Zulieferer und unabhängige Prüfer nicht von Daten abhängig sind, die nur die größten Hersteller erzeugen können.
6. Planungssicherheit für Investitionen durch einen festen, vorab angekündigten Überprüfungsmechanismus schützen: Ein Standard darf nicht gelockert werden, nachdem die Industrie bereits investiert hat, um ihn zu erfüllen.
7. End-of-Life- und Recyclingdaten priorisieren und die Compliance an die Kreislaufwirtschafts-Leistung koppeln, die aktuelle Berichtsrahmen am wenigsten entwickeln und von der Europas Rohstoffsicherheit am stärksten abhängt.

Die drei Phasen: Phase 1 (2026–2029) macht die Lebenszyklus-Berichterstattung verpflichtend und verifiziert, sodass ein vergleichbarer Datensatz existiert, bevor ihm ein Schwellenwert zugeordnet wird. Phase 2 (2029–2032) führt eine leistungsbasierte Anrechnung ein, beginnend mit dem unten beschriebenen Stahl-Fast-Track, und weitet die lebenszyklusgleiche Bilanzierung auf Strom aus. Phase 3 (ab 2032) führt verbindliche, lebenszyklusbasierte Compliance-Schwellenwerte ein; ob die Auspuff-Kennzahl irgendwann ausgemustert werden kann, wird danach beurteilt, wie wirksam sich der Lebenszyklus-Standard in der Praxis erweist.

Eine methodische Entscheidung kann jedoch nicht warten: die Bilanzierungsregel für Stahl. Stahl ist die größte einzelne Quelle gebundener Emissionen in einer konventionellen Fahrzeugkarosserie, nahezu CO₂-freie Produktionsverfahren erreichen in Europa gerade jetzt industrielle Reife, und seine Lieferkette ist vergleichsweise nachvollziehbar. Kein anderes Material bietet einen saubereren Testfall. Dieses White Paper empfiehlt daher einen stahlspezifischen Lebenszyklus-Fast-Track: eine Bilanzierungsmethodik, die während Phase 1 entwickelt und verifiziert und ab Beginn von Phase 2 angerechnet wird und als Machbarkeitsnachweis dafür dient, dass eine leistungsbasierte Anrechnung im industriellen Maßstab verwaltbar ist. Dies ist politisch wie methodisch wichtig. Europas Vorreiter für grünen Stahl treffen ihre Investitionsentscheidungen bereits heute. Deshalb muss ein regulatorischer Anreiz geschaffen werden, während diese Entscheidungen getroffen werden, nicht erst ein Jahrzehnt später. Wenn die lebenszyklusbasierte Anrechnung glaubwürdig sein soll, muss sie ihre Machbarkeit dort unter Beweis stellen, wo am meisten auf dem Spiel steht und die Datenlage am besten ist. Bei Stahl sind beide Bedingungen zuerst erfüllt.

Dieser Weg löst nicht jede verbleibende methodische Frage, die ein fairer Vergleich erfordert, etwa zu Systemgrenzen, Allokationsregeln oder standardisierte Annahmen bzgl. der Gesamtkilometerzahl, die Autos fahren. Er lässt bewusst Fragen offen, einschließlich der Frage, ob eine absolute Lebenszyklus-Kennzahl den hier vorgeschlagenen Standard perspektivisch ergänzen sollte. Zur Klärung dieser Frage wird eine unabhängige, konsequentielle Folgestudie, vorgeschlagen, die im Jahr 2027 beginnen soll. Ohne sie bleibt der Weg eine Architektur statt eines operativen Standards; mit ihr gewinnt die EU etwas, das die Auspuff-Kennzahl niemals liefern kann: eine Regulierung, die jeden echten Beitrag zur Defossilierung anerkennt, an welcher Stelle des Lebenszyklus auch immer er geleistet wird.

Dieses White Paper empfiehlt einen phasenweisen, prinzipienbasierten und pragmatischen Übergang zu einem lebenszyklusbasierten Standard. Dieser Ansatz bewahrt den Klimaehrgeiz der EU und erweitert zugleich den Regulierungsrahmen über einen einzigen technologischen Pfad hinaus.

--

Fottner, J.; Fröhling, M.; Büthe, T.; Ferraresi, F.; Fischer, A.M.; Kigwiru, V.; Schirmeister, J.; Schönherr, C.; Varamishvili, S. (2026): Defossilization, Not Decarbonization: Toward a Life Cycle-Based Standard for Automotive Greenhouse Gas Regulation. White Paper. Technical University of Munich, Garching, Munich and Straubing.