

05.02.2025

**HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN
FÜR DIE ENTWICKLUNG
EINER
KREISLAUFWIRTSCHAFT IN
DER AUTOMOBILINDUSTRIE**
CHANCEN UND AKTUELLE HERAUSFORDERUNGEN

Danksagung

Ein besonderer Dank gilt allen externen Referentinnen und Referenten, die durch ihre Impulse aus den verschiedensten Bereichen des Themas Circular Car und Kreislaufwirtschaft die Inhalte des Papiers wissenschaftlich fundiert angereichert und somit einen wertvollen Beitrag zur Fertigstellung des Papiers geleistet haben:

- **CHRISTIAN BLACKERT,**
TSR Automotive GmbH: „From Car to Car“
- **PROF. DR. MAGNUS FRÖHLING,**
TU München: „Ansatzpunkte zur Defossilierung des Automobilssektors durch Circular Economy“
- **PROF. DR. KATHRIN GREIFF,**
RWTH Aachen: „Umsetzung von Circular-Economy-Prinzipien im Automotive-Sektor“
- **JEAN-PHILLIPE HERMINE,**
Mobility in Transition Institute (IDDRI): „Project-based insights on improved de-mounting and recycling of vehicles“
- **ROB DE JONG,**
UNEP: „Used vehicles and the environment“
- **PROF. DR. URS ALEXANDER PEUKER,**
TU Bergakademie Freiberg: „CAR2CAR – Introduction into the project and progress report“
- **JÜRGEN SUTTER,**
Öko-Institut e.V.: „AutoRess – Lessons Learned“
- **PROF. DR. HENNING WILTS,**
Wuppertal Institut: „Automotive Circularity – Kernbotschaften der Circular Cars Initiative“

Ein herzliches Dankeschön sprechen wir zudem **allen Mitgliedern der Ad-hoc-Arbeitsgruppe Dekarbonisierung automobiler Wertschöpfungsketten aus**, die durch ihr Engagement, ihr Fachwissen und ihre ehrenamtliche Mitarbeit die Erstellung des vorliegenden Papiers ermöglicht haben.

Vielen Dank Ihnen allen!

INHALTSVERZEICHNIS

1 Kreislaufwirtschaft als Chance für die Automobilindustrie	6
1.1 Reduktion von Treibhausgasemissionen	7
1.2 Schonung der Biodiversität und größere soziale Nachhaltigkeit	8
1.3 Geopolitische Resilienz und Diversifizierung von Materialquellen	9
1.4 Neue ökonomische Chancen der Kreislaufwirtschaft	9
1.5 Politik: Rechtlicher Rahmen und Lücken	10
2 Aktuelle Herausforderungen und Lösungsansätze für die Kreislaufwirtschaft in der Automobilindustrie.....	12
2.1 Ganzheitliche Betrachtung der „R-Strategien“ – Kreislaufwirtschaft ist mehr als Recycling	12
2.2 Erweiterung der Bewertung auf den gesamten Lebenszyklus von Produkten	16
2.3 Design for Circularity	16
2.4 Regelung des Zugriffs auf Altfahrzeuge und Alteile in Europa	17
2.5 Verfügbarkeit und Wirtschaftlichkeit qualitativ hochwertiger Sekundärmaterialien	18
2.6 Marktwirtschaftliche Anreize zur Entwicklung der Kreislaufwirtschaft	19
2.7 Harmonisierung von Standards und Messmethoden für die Kreislaufwirtschaft	19
2.8 Errichtung effizienter, industrieübergreifender Kreislaufnetzwerke	20
2.9 Digitale Rückverfolgbarkeit von Materialströmen	21
3 Handlungsempfehlungen	22
3.1 Konkretisierung der Nationalen Kreislaufwirtschaftsstrategie für die Automobilindustrie	22
3.2 Empfehlungen zur Ausgestaltung der End-of-Life-Vehicle-Regulation	23
3.2.1 Zusammenführung von horizontalem und vertikalem Ansatz	23
3.2.2 Push- und Pull-Maßnahmen für eine stärkere Kreislaufführung	25
3.2.3 Remanufacturing	28
3.3 Schaffung von Rahmenbedingungen für die Kreislaufwirtschaft	29
3.3.1 Anreize für zirkuläre Geschäftsmodelle	29
3.3.2 Kooperation entlang der Wertschöpfungskette	29
3.3.3 IPCEI automobile Kreislaufwirtschaft	29
3.3.4 Erfassung der Auswirkungen des Einsatzes von Sekundärmaterialien auf die THG-Bilanz	29
3.3.5 Digitale Nachverfolgbarkeit und Produktpässe mit Catena-X	30
3.3.6 Förderung von Forschungsk Kooperationen zwischen Wissenschaft und Industrie	30
3.3.7 Internationale Zusammenarbeit in Bezug auf Fahrzeugströme	30

Executive Summary

Das Papier "**Handlungsempfehlungen für die Entwicklung einer Kreislaufwirtschaft in der Automobilindustrie: Chancen und aktuelle Herausforderungen**" erläutert die Notwendigkeit und die Vorteile der Kreislaufwirtschaft in der Automobilindustrie. Die deutsche Industrie steht vor der großen Herausforderung, signifikante Beiträge zum Klimaschutz zu leisten und gleichzeitig den Verbrauch an Primärressourcen in Herstellungsprozessen zu reduzieren. Nicht nur aus Gründen des Klimaschutzes, sondern auch, um Biodiversität zu wahren, Risiken in Lieferketten zu minimieren und die geopolitische Resilienz Deutschlands und der EU insgesamt zu stärken.

Die Kreislaufwirtschaft bietet hierfür zahlreiche Chancen. Eine der wichtigsten ist die **Reduktion von Treibhausgasemissionen**. Durch die Wiedergewinnung und den Einsatz von Sekundärrohstoffen können erhebliche Emissionseinsparungen erzielt werden, da die Herstellung dieser Materialien deutlich weniger Energie benötigt als die Gewinnung und Verarbeitung von Primärrohstoffen. Studien zeigen, dass eine konsequente Verfolgung der Kreislaufwirtschaft zu einer signifikanten Reduktion der CO₂-Emissionen führen kann.

Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die **geopolitische Resilienz**. Die Kreislaufwirtschaft kann die Abhängigkeit von Primärrohstoffen verringern und die Versorgungssicherheit stärken. Dies ist besonders wichtig in der Automobilindustrie, die stark auf Rohstoffe aus internationalen Lieferketten angewiesen ist. Durch die Rückgewinnung und Wiederverwendung von Materialien wie Stahl, Nicht-Eisenmetalle, Kunststoff und Batteriezellen kann die EU ihre Rohstoffabhängigkeit reduzieren und das Risiko von Versorgungsunterbrechungen minimieren.

Die Kreislaufwirtschaft bietet ferner auch **neue ökonomische Chancen**. Unternehmen, die auf Kreislaufwirtschaft setzen, können von der Entwicklung und Vermarktung nachhaltigerer Produkte profitieren. Die kreislaufgerechte Produktgestaltung, das Recycling und die Wiederverwendung eröffnen neue Märkte und Arbeitsplätze in der Ressourcenrückgewinnung und -verarbeitung. Die Kreislaufwirtschaft fördert eine transformative Wirtschaft, die auf den Prinzipien der Langlebigkeit, Reparaturfähigkeit und Ressourceneffizienz basiert und somit langfristige ökonomische und ökologische Vorteile schafft.

Es bestehen jedoch auch **zahlreiche Herausforderungen**, die es zu bewältigen gilt. Um die Zirkularität in der Automobilindustrie zu steigern ist eine ganzheitliche Betrachtung der "R-Strategien" notwendig. Diese umfassen den gesamten Lebenszyklus von Produkten und berücksichtigen neben dem Recycling auch die Vermeidung, Wiederverwendung und Reparatur von Materialien. Das Konzept des "Design for Circularity" zielt darauf ab, Produkte so zu gestalten, dass sie leicht demontiert, repariert und recycelt werden können. Dies erfordert die Etablierung effizienter Kreislaufnetzwerke, um die enge Zusammenarbeit entlang der gesamten automobilen Wertschöpfungskette sowie branchenübergreifend zu optimieren.

Ein weiteres zentrales Thema ist die Regelung des Zugriffs auf Altfahrzeuge und Altteile. Es bedarf **harmonisierter gesetzlicher Grundlagen und Anreize** für die Wiederverwendung und das Remanufacturing. Die Verfügbarkeit und Wirtschaftlichkeit qualitativ hochwertiger Sekundärmaterialien müssen verbessert werden, indem die Trenn- und Sortiertechnologien sowie die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen optimiert werden. Die **Harmonisierung von Standards und Messmethoden** ist entscheidend, um eine einheitliche THG-Bilanzierung und Qualitätsstandards für Sekundärmaterialien zu gewährleisten. Marktwirtschaftliche Anreize wie die CO₂-Bepreisung können ebenfalls dazu beitragen, die Kreislaufwirtschaft zu fördern.

Ferner empfiehlt der ETA der Bundesregierung, die **Transparenz in der automobilen Lieferkette zu verbessern und internationale Zusammenarbeit zu fördern**. Catena-X soll dabei helfen, Standards wie den CO₂-Fußabdruck und digitale Produktpässe zu etablieren. Zudem sollte ein digitaler Verwertungsnachweis etabliert werden, um den Verbleib und Export von Altfahrzeugen zu kontrollieren und

das Volumen verfügbarer Materialien im EU-Binnenmarkt zu erhöhen. Auch die Qualität von Rezyklaten sollte durch verbesserte Verwertungsprozesse insgesamt gesteigert werden.

Abschließend richtet das Papier **konkrete Handlungsempfehlungen zur Umsetzung von Kreislaufwirtschaft im Automobilssektor an die Politik**. Es wird vorgeschlagen, die nationale Kreislaufwirtschaftsstrategie in Bezug auf die deutsche Automobilindustrie zu konkretisieren. Systemische politische Steuerungsmechanismen sollten entwickelt werden, um die Kreislaufwirtschaft industrieübergreifend zu fördern. Die Ausgestaltung der End-of-Life-Vehicle-Regulation sollte sowohl horizontale als auch vertikale Ansätze kombinieren, um die Materialrückgewinnung und -qualität zu verbessern. Remanufacturing sollte als wesentlicher Bestandteil der Kreislaufwirtschaft anerkannt und gefördert werden.

Zusammenfassend betont das Papier die Notwendigkeit einer umfassenden und integrierten Strategie zur Förderung der Kreislaufwirtschaft in der Automobilindustrie. Es fordert klare rechtliche Rahmenbedingungen, wirtschaftliche Anreize für zirkuläre Geschäftsmodelle und eine enge Zusammenarbeit zwischen allen Akteuren der Wertschöpfungskette einschließlich der Wissenschaft, um die Chancen der Kreislaufwirtschaft auszuschöpfen und die Herausforderungen zu bewältigen.

1 Kreislaufwirtschaft als Chance für die Automobilindustrie

Die deutsche Industrie steht vor der großen Aufgabe, signifikante Beiträge zum Klimaschutz zu leisten. Gleichzeitig gerät immer stärker auch der Verbrauch an Primärressourcen in den Blick – aus mehreren Gründen, hierzu zählen: der Schutz der Biodiversität, die Vermeidung von Risiken in Lieferketten, sowie die geopolitische Resilienz Deutschlands und der EU zu steigern. Klimaschutz und eine „Circular Economy“ (Kreislaufwirtschaft) sind zentral für die Zukunft der Automobilindustrie. Wirksamer Klimaschutz erfordert eine Dekarbonisierung aller Sektoren hin zur Treibhausgasneutralität. Ein auf erneuerbaren Energien beruhendes Energiesystem beinhaltet die Chance, die Förderung fossiler Energieträger zu beenden. Mit der Kreislaufwirtschaft kann der Einsatz der für die Transformation notwendigen Rohstoffe minimiert werden. Das Ziel sollte sein, den Primärrohstoffbedarf zu minimieren.

Das Automobil ist der Endpunkt einer Vielzahl weltweiter Stoffströme. Diese beginnen mit dem Abbau mineralischer Rohstoffe, der Produktion der Vorprodukte, der Herstellung von Leder und Naturkautschuk und setzen sich über mehrere Verarbeitungsstufen fort. Das Automobil ist eines der langlebigsten Industriegüter, dessen Reparatur und Recycling ebenfalls Teil des Stoffstroms sind. Schließlich bietet es am Ende der Nutzungsdauer die Chance, eine Vielzahl an Sekundärmaterialien wiederzugewinnen.

Die Kreislaufwirtschaft ist ein Konzept mit dem Ziel, Stoffströme im Kreis zu führen, Ressourcen effizient zu nutzen und den Lebenszyklus von Produkten zu verlängern (s. Abbildung 1). Produkte und Materialien werden danach so gestaltet, dass sie am Ende ihres Lebenszyklus wieder genutzt, wiederaufbereitet oder recycelt werden können. Das Ziel ist es, den Ressourcenverbrauch zu minimieren, indem Produkte und Materialien zirkulieren. Die Vision einer Kreislaufwirtschaft in der Automobilindustrie ist dabei der Gedanke des „Circular Car“ also die Vision eines Fahrzeugs, das komplett wiederverwertet wird und bei dessen Produktion der Primärrohstoffbedarf minimiert wird. Vorausgesetzt es werden internationale Standards eingehalten und Rohstoffe wieder zurückgeführt, könnten entsprechend alle verwendeten Materialien dauerhaft im Kreislauf geführt werden – from Car to Car – aber auch in Verbindung mit anderen Produkten, die in Ströme automobilrelevanter Sekundärmaterials „einliefern“ oder aus ihnen „versorgt“ werden. Dabei ist besonderer Wert darauf zu legen, dass Kreisläufe ganzheitlich betrachtet und Maßnahmen umgesetzt werden, die den Primärmaterialbedarf, die Umwelt- und die Klimaauswirkungen tatsächlich mindern und Gesichtspunkte der nachhaltigen Entwicklung berücksichtigen. Dies betrifft in der Automobilindustrie automatisch internationale Stoffströme und grenzüberschreitende Lieferketten. Auch der Handel von Gebrauchtfahrzeugen ist international. Entsprechend könnten Recyclingschritte und somit Sekundärrohstofflieferketten ebenfalls über Grenzen hinweg organisiert sein – sofern Umweltstandards eingehalten und Rohstoffe wieder zurückgeführt werden.

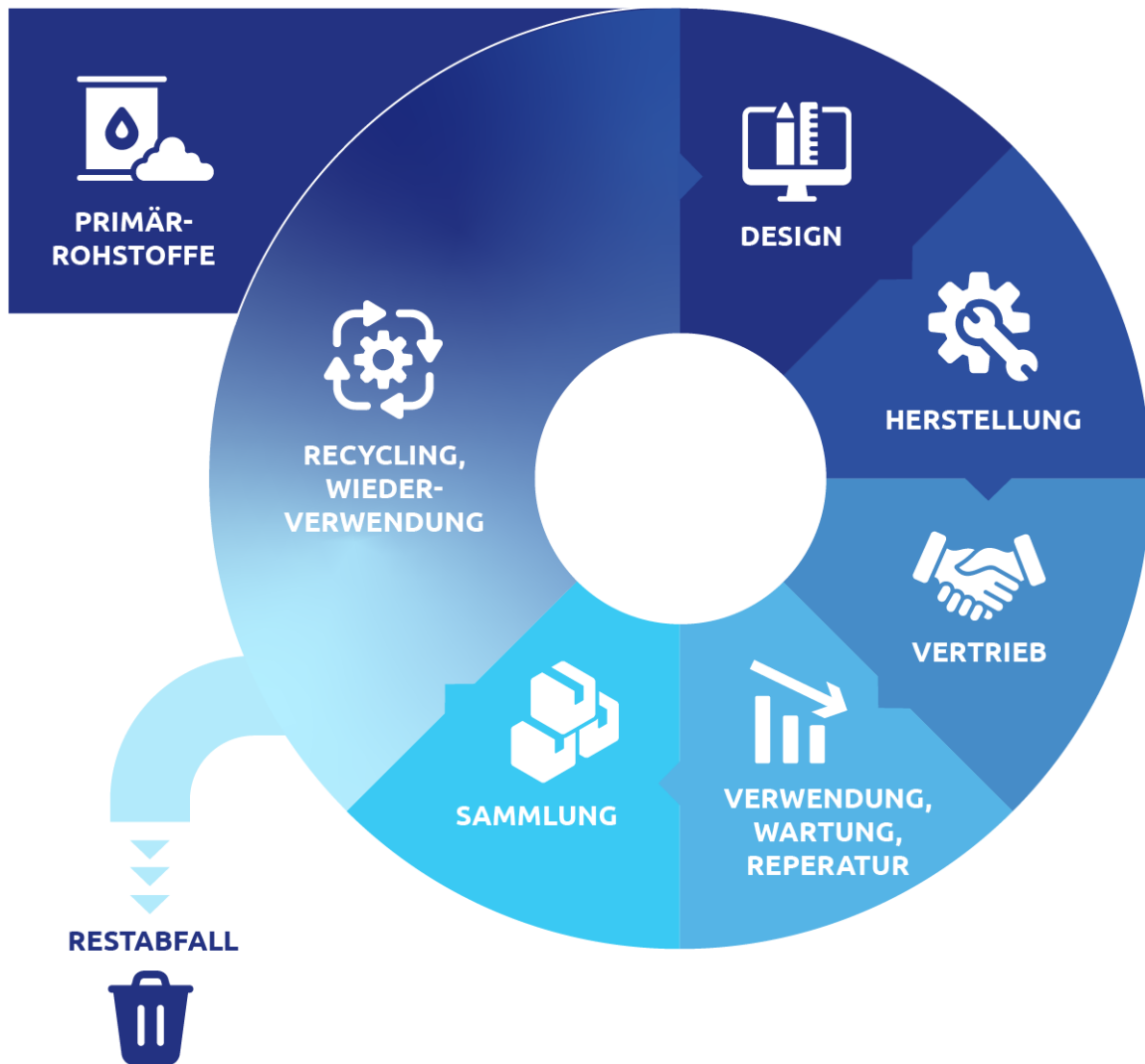


Abbildung 1: Materialkreislauf in der Automobilindustrie (Quelle: VDA, 2023)¹

Die Kreislaufwirtschaft bietet eine Vielzahl von Chancen, die hier kurz dargestellt werden:

1.1 Reduktion von Treibhausgasemissionen

Die Kreislaufwirtschaft spielt eine entscheidende Rolle bei der Reduktion von Treibhausgas (THG)-Emissionen, insbesondere durch die Wiedergewinnung und den Einsatz von Sekundärrohstoffen, deren Herstellung deutlich weniger Energie benötigt. Werden Suffizienz und Materialeinsparung beim Produktdesign mitgedacht, können Emissionen und Rohstoffverbrauch kostensparend gesenkt werden. Agora Industrie und Systemiq² gehen davon aus, dass eine konsequente Verfolgung der Kreislaufwirtschaft

¹ VDA (2023), Positionspapier: Zukunft der automobilen Kreislaufwirtschaft (aufgerufen am 30.01.2025)

² https://www.systemiq.earth/wp-content/uploads/2023/11/A-EW_309_Kreislaufwirtschaft_WEB.pdf (aufgerufen am 30.01.2025)

25 Prozent mehr Emissionseinsparung ermöglichen kann, verglichen mit einer Industriedekarbonisierung bis 2040 ohne Kreislaufwirtschaft. Das Öko-Institut beziffert das Emissionsreduktionspotenzial durch zirkuläres Wirtschaften in acht Sektoren auf insgesamt 26 Prozent bis 2045 (Prakash et al., 2023³). Eine Studie von Material Economics von 2018 zeigt, dass mithilfe von zirkulärem Wirtschaften die CO₂-Emissionen der energieintensiven Industrie EU-weit bis 2050 um 56 Prozent reduziert werden können (Material Economy, 2018⁴). Agora Industrie und Systemiq machen darüber hinaus deutlich, wie viel schneller und günstiger Deutschland die Klimaziele für den Sektor Industrie durch Kreislaufwirtschaft erreichen könnte: Es ergeben sich Einsparungen bei den Transformationskosten in den Bereichen Stahl, Zement und Kunststoffe von 35 bis 55 Prozent bis 2045.

Die Produktion von Primärstahl und -aluminium erfordert beträchtliche Mengen an Energie und bewirkt somit heute enorme THG-Emissionen (Stahl (primär) \approx 2,3 t CO₂e/t, Aluminium \approx 11t CO₂e/t). Durch die Wiedergewinnung und den Einsatz von Recyclingaluminium können die THG-Emissionen in der Aluminiumproduktion um den Faktor >5 (geringerer Energieverbrauch ca. um den Faktor 20) gesenkt werden, bei der Stahlproduktion durch den Einsatz von qualitativ hochwertigen Recyclingrohstoffen um den Faktor >3. Altmetalle werden heute schon fast lückenlos gesammelt, wiederaufbereitet und in den Produktionsprozess zurückgeführt. Beim Recycling von Stahl aus Fahrzeugen führt eine Kontamination durch Kupfer jedoch derzeit zu einer irreversiblen Qualitätsminderung, durch die recycelter Stahl aus Fahrzeugen nicht mehr in den gleichen Anwendungen verwendet werden kann („Downcycling“). Aktuelle Studien und die Praxis zeigen, dass es ökonomisch darstellbar ist, diese Kontamination mit Kupfer beim Recycling von Fahrzeugen weitgehend zu verhindern und automobilen Stahl zirkulär zu nutzen. Bei Kunststoffen wird eine stoffliche Verwertung nur eingeschränkt vorgenommen, hier findet häufig eine thermische Verwertung (z. B. Ersatz-Brennstoffe für die Zementindustrie) statt. Gleichzeitig ist die Recyclingindustrie in Asien bereits weit vorangeschritten, auch Deutschland muss auf diesem Gebiet die Chancen für den Hochlauf der Recyclingindustrie nutzen, u. a., um Klimaziele effizient zu erreichen.

Da die Primärproduktion weltweit mittelfristig nicht klimaneutral gestaltet sein wird, können die Wiedergewinnung und der Einsatz von Sekundärrohstoffen erhebliche Emissionsreduktionen bewirken. Um eine Überlastung der natürlichen Ressourcen zu vermeiden und die Ziele des Pariser Klimaabkommens zu erreichen, wird mehr als nur die Dekarbonisierung der Primärmaterialproduktion benötigt. Eine verstärkte Wiedergewinnung und der Einsatz von Sekundärmaterialien sind unverzichtbar.

1.2 Schonung der Biodiversität und größere soziale Nachhaltigkeit

Eine effektive Kreislaufwirtschaft hat ein signifikantes Potenzial, den Anteil an Primärrohstoffen in der Produktion zu reduzieren, und somit den Druck auf natürliche Ressourcen zu verringern. Hierdurch kann u. a. die Rodung von Wäldern, die Belastung von Gewässern, die Förderung von fossilen Energieträgern oder die Umwandlung von Wäldern in Plantagen oder Weideflächen reduziert werden. Somit können natürliche Lebensräume besser geschützt werden.

Zusätzlich können sich positive Effekte für die soziale Nachhaltigkeit ergeben – sowohl in den Ländern der Rohstoffförderung als auch in Bezug auf den Arbeitsmarkt in Deutschland. Die Förderung natürlicher Ressourcen ist häufig mit unsicheren oder ausbeuterischen Arbeitsbedingungen verbunden. Der Übergang zu einer Kreislaufwirtschaft bietet das Potenzial neuer, grüner Arbeitsplätze in Bereichen wie Recycling, Reparatur und Wiederverwendung. Es geht nicht darum, sich aus Wirtschaftsbeziehungen mit

³ <https://www.oeko.de/publikation/modell-deutschland-circular-economy-politik-blueprint/> (aufgerufen am 30.01.2025)

⁴ <https://materialeconomics.com/node/14> (aufgerufen am 30.01.2025)

Rohstoffländern zurückzuziehen, sondern durch eine Befähigung lokaler Arbeitskräfte und die Professionalisierung zur Verbesserung der dortigen Arbeitsbedingungen beizutragen.

1.3 Geopolitische Resilienz und Diversifizierung von Materialquellen

Die Kreislaufwirtschaft spielt eine entscheidende Rolle bei der Stärkung der Resilienz von Volkswirtschaften gegenüber externen Abhängigkeiten und möglichen Schocks, etwa durch reduzierte Abhängigkeit von (Primär-)Rohstoffquellen. Insbesondere in der Automobilindustrie, die stark auf Rohstoffe angewiesen ist, ermöglicht die Kreislaufwirtschaft eine Diversifizierung der Materialquellen.

Die Rückgewinnung und Wiederverwendung von Batteriematerialien mindern beispielsweise die Rohstoffabhängigkeit und reduzieren damit das Risiko von Versorgungsunterbrechungen. Dies ist umso dringender, da sich Europa und Deutschland gegenüber den USA und China klar im Nachteil befinden: Diese hatten bisher wenige (China) bzw. senken aktuell (USA) die Hürden für großflächige Abbauprojekte. Zugleich haben beide Länder ihren geopolitischen Einfluss lange und aktiv für die Sicherung des Zugangs zu Rohstoffen genutzt. Die EU hat dagegen seit über einem Jahrzehnt Schwierigkeiten, wirksame handelspolitische Initiativen zu realisieren (Mercosur, Indien, Australien und v. a. TTIP). Zugleich ist China der einzige große Markt, in dem bereits größere Mengen Batteriesekundärmaterial verfügbar sind. Wenn also eine Region darauf angewiesen ist, Material im Kreislauf und damit in der Volkswirtschaft zu halten, dann ist es die EU.

Ein anderes Beispiel ist der in Fahrzeugen verwendete Stahl und Kupfer: Je mehr von beiden Stoffen beim Recycling wiedergewonnen werden kann, desto weniger abhängig ist die EU von den importierten Rohstoffen. Während Koks Kohle von der EU als kritischer Rohstoff klassifiziert wird, wird Kupfer aufgrund von steigendem Bedarf und einer erwarteten Verknappung von Ressourcen als strategisch kritischer Rohstoff betrachtet. Die Kreislaufwirtschaft trägt somit neben ökologischen Vorteilen auch zu wirtschaftlicher Stabilität in geopolitisch unsicheren Zeiten bei.

1.4 Neue ökonomische Chancen der Kreislaufwirtschaft

Die Förderung von Innovationen und die Etablierung neuer Geschäftsmodelle in der Kreislaufwirtschaft bietet viele Chancen. Unternehmen, die auf Kreislaufwirtschaft setzen, können von der Entwicklung und Vermarktung nachhaltigerer Produkte profitieren. Das Recycling und die Wiederverwendung eröffnen neue Märkte und Arbeitsplätze in der Ressourcenrückgewinnung und -verarbeitung. Die Kreislaufwirtschaft fördert eine transformative Wirtschaft, die auf Langlebigkeit, Reparaturfähigkeit und Ressourceneffizienz basiert und somit langfristige ökonomische und ökologische Vorteile schafft.

Die Kreislaufwirtschaft ist arbeitsintensiv und auf Arbeitskräfte im gesamten Qualifikationsspektrum angewiesen – sie kann deshalb zu einer sozial gerechten Industrietransformation beitragen, da sie wegfallende Arbeitsplätze in anderen Bereichen kompensieren kann. Sie kann aber auf der anderen Seite auch durch einen sich verschärfenden Fachkräftemangel ausgebremst werden. Deshalb muss die Transformation von einer klugen und vorausschauenden Arbeitsmarktpolitik begleitet werden, die unter anderem eine Antwort darauf findet, dass es aktuell hauptsächlich linear und nicht zirkulär ausgerichtete Unternehmen sind, die junge Arbeitskräfte ausbilden. Durch eine Verzahnung der Transformationspolitik mit der Strukturpolitik können zirkuläre Industriezweige vermehrt in Regionen aufgebaut werden, deren Industrien durch die Auswirkungen des Klimawandels und/oder den Strukturwandel besonders betroffen sind.

Kreislaufwirtschafts-Prinzipien in der Automobilindustrie eröffnen Möglichkeiten für die Herstellung ressourceneffizienter und innovativer Fahrzeuge.

1.5 Politik: Rechtlicher Rahmen und Lücken

Die Idee einer Kreislaufwirtschaft spielt in einer Vielzahl abfallrechtlicher Vorschriften eine Rolle. Die Frage ist aber, ob die breiten umwelt-, industrie- und wirtschaftspolitischen Facetten bisher auch tatsächlich im politisch-rechtlichen Instrumentarium vollständig berücksichtigt und die richtigen Impulse gesetzt werden. In der Vergangenheit wurden Prozesse durch Rahmenrichtlinien sehr grundsätzlich und abstrakt geregelt. Ein Beispiel ist die Abfallrahmenrichtlinie (1975). Aktuell wird dagegen zunehmend auf sektorspezifische Regularien gesetzt. Es gibt eine Vielzahl an Regelungen mit diversen Wechselwirkungen:

- Für die europäische Automobilindustrie gilt seit dem Jahr 2000 die sog. "End-of-Life-Vehicles" (ELV) Richtlinie. Sie gibt den EU-Mitgliedstaaten einen Rahmen vor, in welchem die Entsorgung, Wiederverwertung und das Recycling von Altfahrzeugen geregelt werden. Mitte 2023 legte die EU-Kommission einen Vorschlag für eine neue End-of-Life-Vehicles-Verordnung vor. Sie zielt darauf ab, die unterschiedlichen Ansätze in den Mitgliedstaaten zu harmonisieren und vermehrt Aspekte der Kreislaufwirtschaft zu integrieren. Dazu gehören Mindestzyklusquoten für Kunststoffe (sowie zukünftig ggf. für Aluminium und Stahl) und Ermächtigungen für Delegierte Rechtsakte zu anlagen Quotensystemen für Stahl und Aluminium sowie Anreize für Remanufacturing. Die Transparenz über den Verbleib von Fahrzeugen soll erhöht werden. Es soll damit sichergestellt werden, dass Altfahrzeuge verstärkt der heimischen Kreislaufwirtschaft zugeführt werden. Ferner soll die Finanzierung der Verwertung umfassend neu geregelt werden. Dieser Kommissionsvorschlag wird aktuell beraten. Mit einer Finalisierung wird im Jahr 2025 gerechnet.
- Seit August 2024 ist die neue EU-Verordnung für das Ökodesign nachhaltiger Produkte (ESPR) in Kraft getreten. Die Verordnung ersetzt die bisherige Ökodesign-Richtlinie und erweitert den Anwendungsbereich von bislang energieverbrauchenden beziehungsweise energieverbrauchsrelevanten Produkten auf nahezu alle Arten von Produkten, die in der EU in Verkehr gebracht werden. Der gesamte Produktlebenszyklus wird abgedeckt, die Erhöhung der Haltbarkeit, bspw. durch langlebige Werkstoffe, Reparatur oder auch Remanufacturing stehen im Mittelpunkt. Transparenz soll über digitale Produktpässe geschaffen werden. Fahrzeuge sind von der Richtlinie ausgenommen, da sie in der o. g. ELV-Richtlinie reguliert werden.
- Die EU-BattVO ersetzt die bisherige EU-Batterie-Richtlinie von 2006 und ist seit dem 18. Februar 2024 unmittelbar geltendes Recht in Deutschland, mit gesonderten Inkrafttretens- oder Übergangsregelungen. Es werden erstmals Mindestanteile von Sekundärmaterial in neuen Batterien festgelegt – eine systematische, neuartige Änderung des regulatorischen Rahmens.
- Im Mai 2024 wurde das EU-Gesetz über kritische Rohstoffe (CRMA – Critical Raw Materials Act) beschlossen. Es soll den Zugang der EU zu einer sicheren, erschwinglichen und nachhaltigen Versorgung mit kritischen Rohstoffen gewährleisten. In den vereinbarten Richtwerten ist festgelegt, dass die EU bis 2030 in der Lage sein sollte, hinsichtlich ihres jährlichen Verbrauchs an strategischen Rohstoffen (u. a. Lithium, Kobalt, Permanentmagnete) 10 Prozent selbst zu gewinnen, 40 Prozent zu verarbeiten und 25 Prozent zu recyceln.

Trotz dieses regulatorischen Rahmens bleibt die EU hinter den Potenzialen zurück. Insbesondere für die Automobilindustrie ist eine holistische Kreislaufwirtschaftsstrategie entscheidend, um den Herausforderungen der Ressourcenknappheit und Umweltauswirkungen gerecht zu werden. Es bedarf förderlicher Rahmenbedingungen, die Wettbewerbsfähigkeit und nachhaltige und ressourceneffiziente Produktion zusammenbringen.

Eine Herausforderung besteht darin, dass die Kreislaufwirtschaft bisher oft aus einer reinen Abfalllogik heraus gedacht wurde. Die entsprechenden Gesetze zielten primär darauf, die Menge an Material, das deponiert oder thermisch verwertet wurde, zu senken. Diese Ansätze, obwohl wichtig für das Recycling und die Entsorgung, erfassen nicht das transformative Potenzial. Auch die Erweiterung um Mindestanteile an Sekundärmaterial, wie sie der Vorschlag einer neuen ELV-Verordnung vorsieht, ist in der Wirkung beschränkt. Denn sie adressieren weder die Qualität und Nachhaltigkeit des Recyclingprozesses noch der Sekundärmaterialien und auch nicht alle relevanten Stoffströme. Ferner stellen Mindestanteile zum Einsatz von Sekundärmaterialien ohne Vorgabe der Herkunft nicht zwingend sicher, dass hierfür zusätzlich Sekundärmaterialien gewonnen werden. Es besteht das Risiko, dass sie statt zu zusätzlichem Recycling zu einer Verschiebung des Einsatzes von Sekundärmaterial von anderen Sektoren auf die Automobilproduktion führen und damit gesamtwirtschaftlich weder Emissionen noch Materialbedarf reduzieren. Schließlich setzt der Gesetzgeber allein an der Perspektive einzelner industrieller Endprodukte an und adressiert nicht die Querschnittsfrage, wie für die wichtigsten Materialien eine Kreislaufwirtschaft gestaltet werden kann, die systematisch davon ausgeht, dass eine Vielzahl von Industrien zu verwertende Produkte in den Stoffstrom „einspeisen“ und umgekehrt aus diesem heraus „versorgt“ werden. Daher ist es notwendig, dass einzelne Stoffströme, wie Altfahrzeuge, separat verarbeitet werden, um eine anfängliche Vermischung von Stoffströmen zu vermeiden. Vertikale Vorschriften für die Verwertung einzelner und komplexer Produkte greifen daher zu kurz. Aus Perspektive einer besseren Verwertung von Altfahrzeugen können Quoten für den Einsatz von Rezyklat aus Altfahrzeugen jedoch Anreize für ein verbessertes Recycling setzen und der Qualitätsverminderung der in Fahrzeugen genutzten Rohstoffe („Downcycling“) entgegenwirken.

Die Blickrichtung und Fragestellung „Wie lässt sich die Menge an qualitativ hochwertigen Sekundär- als Alternative zu Primärmaterial steigern?“ unterscheidet sich grundsätzlich von der Frage „Wie vermeide ich Abfall und organisiere eine möglichst hochwertige Verwertung?“. Aus der abfallwirtschaftlichen Logik ist der heute häufig anzutreffende Fall kein Problem, dass die aus einem Schredder gewonnenen, miteinander vermischten vielfältigen Stahllegierungen für die Bauindustrie verwendet werden. Aus einer kreislaufwirtschaftlichen Sicht ist dies jedoch ein wesentliches Handlungsfeld. Denn für die Automobilindustrie gehen dadurch hochwertige Materialien verloren.

Eine Kreislaufwirtschaft erfordert einen integrierten Ansatz über verschiedene Industrien hinweg. Die Automobilindustrie kann durch ein verstärktes ökologisches Design, etwa modularer Bauweisen, einen bedeutenden Beitrag leisten. Gleichzeitig müssen angrenzende Sektoren, wie Elektronik, Verpackung und Energie, einbezogen werden, um Synergien zu schaffen und die Ressourceneffizienz zu maximieren.

2 Aktuelle Herausforderungen und Lösungsansätze für die Kreislaufwirtschaft in der Automobilindustrie

2.1 Ganzheitliche Betrachtung der „R-Strategien“ – Kreislaufwirtschaft ist mehr als Recycling

Die 9-R-Strategien können entscheidend zur Steigerung der Zirkularität in der Automobilindustrie beitragen.

KREISLAUF- WIRTSCHAFT



Abbildung 2: R-Strategien in der Kreislaufwirtschaft (Quelle: Kirchherr et al., 2017)⁵

Die oberen Stufen der Leiter R0 bis R2 (refuse, rethink, reduce) beinhalten Vermeidungsansätze. Durch diese wird der Einsatz von Primär- und Sekundärmaterialien am effektivsten reduziert. Bezogen auf Automobilhersteller bedeutet dies, dass das Design der Fahrzeuge von Beginn an auf geringen Materialeinsatz ausgelegt ist. Dazu gehört auch die Entwicklung beziehungsweise Vermarktung möglichst kleiner und leichter Fahrzeuge und möglichst kleiner Fahrzeugbatterien. Es bedeutet außerdem, Fahrzeuge und Mobilitätsdienstleistungen neu zu denken und Herstellung und Gebrauch zirkulär zu gestalten.

1. Die Stufen R3 bis R7 (reuse, repair, refurbish, remanufacture, repurpose) enthalten Ansätze zur Verlängerung der Lebensdauer von Fahrzeugen oder einzelner Komponenten sowie zur

⁵ [Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions](#) (aufgerufen am 30.01.2025)

intensiveren Nutzung. Dies kann durch die Wiederverwendung von Fahrzeugteilen, Reparaturen, Aufarbeitung oder Umnutzung von Fahrzeugen geschehen.

2. R8 bis R9 (recycle, recover) fokussieren auf Optimierungen im Recycling und Verwertung von Fahrzeugen. Es geht also darum, Rohstoffe aus Altfahrzeugen effizient zurückzugewinnen und in den Produktionskreislauf zurückzuführen.

Kreislaufwirtschaft beginnt also bereits in der Entwicklungsphase. Aspekte des „Design for Circularity“ sollten in diesem Stadium berücksichtigt werden, um Abfall zu vermeiden und die Nutzungsphase verschiedener Komponenten zu verlängern. Deshalb ist es wichtig, dass alle R-Strategien (reduce, reuse, repair, remanufacture, recycle, etc.) produktspezifisch betrachtet und umgesetzt werden. Eine mögliche Umsetzung benötigt ein Umdenken von der reinen Materialbetrachtung hin zur Analyse entlang des Produktlebenszyklus.

1. In der Designphase sind Produkte so zu entwerfen, dass sie leicht demontiert, repariert und wiederverwendet werden können, was ebenso die Auswahl langlebiger und leicht recycelbarer Materialien umfasst.
2. In der Produktionsphase ist die effiziente Ressourcennutzung durch optimierte Prozesse und Technologien entscheidend, ebenso wie die Abfallvermeidung durch die Wiederverwendung von Nebenprodukten.
3. Während der Nutzungsphase sollten Anreizsysteme für die Verlängerung der Produktnutzung geschaffen werden. Werkstätten sollten geschult werden, um Komponenten mit Remanufacturing-Potenzial zu erkennen, wieder aufgearbeitete Produkte zu nutzen und ihre Kunden über die Vorteile zu informieren. Der (Wieder-)Aufbau von (Vertrags-)Werkstattnetzen sowie Pay-per-use-Modelle können die Kreislaufwirtschaft stärken und neue Geschäftsmodelle eröffnen.
4. In der End-of-Life-Phase sollten effiziente Rücknahmeprogramme für Altfahrzeuge und -komponenten ausgebaut und professionalisiert werden, um die Materialverfügbarkeit im europäischen Markt zu stärken und diesen von externen globalen Risiken unabhängiger zu machen. Dabei liegt die Herausforderung im unzureichenden Fahrzeuginput bei zugelassenen Verwertungsbetrieben. Nur durch eine konsequente Umsetzung und Kontrolle der Verwertungsnachweise, der Verwertungsquoten und -methoden kann sichergestellt werden, dass Altfahrzeuge bei zugelassenen Verwertungsbetrieben ankommen und somit effiziente Recyclingmethoden angewandt werden.

Best-Practice-Beispiele

Designphase	<p>BMW Design-for-Circularity-Ansatz für Komponenten</p> <p>In der neuen Klasse mit SOP 2025 wurden die Komponenten Bodenverkleidung (Monomaterial) sowie Hochvoltpeicher (Fokus Demontageoptimierung) nach den Prinzipien des Design for Circularity optimiert. Die Recyclingfähigkeit der textilen Sitzbezüge wurde durch eine Materialvereinheitlichung verbessert. Die Design-for-Circularity-Prinzipien haben dabei die Erleichterung der Demontage, die Reduzierung der Materialvielfalt sowie die Vermeidung von kreislaufkritischen Werkstoffen und Werkstoffkombinationen im Fokus.</p> <p>In der nahen Zukunft (SOP 2026) wird die Anwendung der Prinzipien für Design for Circularity auf die Komponenten Gepäckraumseitenverkleidung, Stoßfängerverkleidung und Mittelkonsole erweitert. Die Recyclingfähigkeit der Stoßfängerverkleidung erhöht sich gegenüber Vorgänger um mehr als 50 Prozent, die Anzahl der verwendeten Materialien halbiert sich und die Reduktion von Materialvielfalt führt zu einem geringeren CO_{2e}-Fußabdruck, da CO_{2e}-intensive Materialien substituiert bzw. im Gewicht reduziert wurden.</p>
Produktionsphase	<p>Monosandwich – CO₂ optimiertes monolithisches Sandwichverbundsystem von Mercedes-Benz AG</p> <p>Das Monosandwich verkörpert eine zukunftsorientierte Lösung zur Steigerung der Ressourcenschonung im Fahrzeuginterieur. Es kombiniert Leichtbau, Rezyklateinsatz und Kreislauffähigkeit mit wirtschaftlicher Verfahrenstechnik. Die Basis des Monosandwich bildet ein 100 Prozent recycelter PET-Schaumkern, der durch seine Knochenstruktur eine Gewichtsreduktion von bis zu 40 Prozent ermöglicht. Deckschichten aus einem innovativen Gemisch aus Bico- und Monofasern, die ebenfalls aus bis zu 100 Prozent recyceltem PET bestehen, sorgen für die benötigte Steifigkeit des Verbundsystems. Durch die konsequente Nutzung von nur einem Kunststoff entsteht die Möglichkeit des mechanischen Recyclings ohne Trennung der Schichten am Ende des Produktlebenszyklus. So wird der Materialkreislauf geschlossen und der Grundstein für den erneuten Einsatz im Fahrzeug gelegt.</p>
Produktionsphase	<p>BMW Produktionskreisläufe Closed Loop</p> <p>Aluminium nimmt – neben Stahl – unter den in Fahrzeugen eingesetzten Werkstoffen den größten Gewichtsanteil ein. Rund zwei Drittel des in Landshut verwendeten Aluminiums stammen aus einem Recycling-Kreislauf, davon wiederum knapp zwei Drittel aus einem Gießereieigenem Closed Loop. So reduziert BMW den Einsatz von CO₂-intensiverem Primäraluminium zugunsten eines CO₂-optimierten Recycling-Kreislaufs.</p> <p>Seit mehr als zehn Jahren setzt die Leichtmetallgießerei zusammen mit lokalen Aufbereitern einen Recycling-Kreislauf für Produktionsschrotte aus dem Gießereiprozess um. Entscheidend dafür ist die sortenreine Trennung von Aluminiumreststoffen. An allen Gießanlagen sowie an den mechanischen Bearbeitungsstationen werden Reststoffe sortenrein gesammelt, damit sich die Materialien mit ihren individuellen Zusammensetzungen nicht vermischen. So lässt sich der Aluminiumabfall nach der Aufbereitung für die Herstellung der gleichen Bauteile wiederverwenden.</p>
Nutzungsphase	<p>ZF Remanufacturing – Wiederaufarbeitung gebrauchter Fahrzeugteile</p> <p>Remanufacturing – die Wiederaufarbeitung gebrauchter Fahrzeugteile – schont Ressourcen und vermeidet CO₂-Emissionen im Vergleich zur Produktion neuer Teile und verlängert die Lebensdauer von Fahrzeugkomponenten. Es ist daher ein wesentlicher Bestandteil der Nachhaltigkeitsstrategie von ZF und wurde mit dem Deutschen Nachhaltigkeitspreis 2024 ausgezeichnet. Insgesamt bietet ZF mehr als 5.500 verschiedene Produkte (Teilenummern) an, die an ZF-Standorten rund um den Globus aufgearbeitet werden.</p>

<p>Nutzungsphase</p>	<p>BMW Remanufacturing</p> <p>BMW bietet wiederaufbereitete Teile (remanufactured parts) an. Diese Teile durchlaufen einen Prozess der Wiederaufbereitung (Zerlegung, Reinigung, mechanische Bearbeitung, Montage, End-of-Line-Test) und weisen nach umfangreicher Qualitätsprüfung eine Qualität „as good as new“ auf.</p> <p>Aktuell werden mehrere wiederaufbereiteten Teile angeboten, unter anderem Turbolader oder verschiedene Getriebearten (z. B. Antrieb, Lenkung).</p> <p>Hauptgründe für den Einsatz von aufbereiteten Teilen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sicherstellung der Teileverfügbarkeit • Senkung von Gewährleistungskosten • Schaffung eines attraktiven Kundenangebotes • Minimierung von CO₂-Emissionen sowie von Energiebedarfen bei der Herstellung von Ersatzteilen durch Verwendung von bereits verwendeten Altteilen <p>Remanufacturing bietet dem Kunden den Vorteil, Zugriff auf wiederaufbereitete Originalteile zu einem günstigeren Preis zu erhalten. Dabei unterliegen originale Reman-Teile den gleichen Qualitätsrichtlinien wie originale Neuteile. Auch die Gewährleistung entspricht der von originalen Neuteilen.</p>
<p>End-of-Life-Phase</p>	<p>LRP-Autorecycling – Reuse für das Ersatzteilgeschäft</p> <p>LRP-Autorecycling trägt zur nachhaltigen Wiederverwendung von Fahrzeugkomponenten bei, indem Ersatzteile aus Altfahrzeugen fachgerecht demontiert und für den Wiederverkauf aufbereitet werden. Diese gebrauchten, jedoch voll funktionsfähigen Teile bieten eine ökologisch und ökonomisch sinnvolle Alternative zu Neuteilen.</p> <p>Nutzen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verlängerung der Lebensdauer von Fahrzeugkomponenten • Reduktion von CO₂-Emissionen und Ressourcenschonung durch Vermeidung der Neuproduktion • Bereitstellung kostengünstiger Lösungen für Kunden <p>Beispiel</p> <p>Motoren, Getriebe oder andere funktionale Bauteile werden auf Qualität geprüft und anschließend als Ersatzteile erneut auf den Markt gebracht. So wird ein direkter Beitrag zur Ressourceneffizienz und Kreislaufwirtschaft geleistet.</p>
<p>End-of-Life-Phase</p>	<p>LRP-Autorecycling – Vorsortierung von Materialien und Bereitstellung hochwertiger Recyclingmaterialien</p> <p>LRP-Autorecycling setzt auf eine präzise Vorsortierung von Materialien. Großflächige Kunststoffteile wie Stoßfänger oder Radhausschalen werden vor dem Schredderprozess demontiert und einem spezialisierten Kunststoffrecycler zugeführt. Dieser verarbeitet das Material zu hochwertigen Rezyklaten, die für die Herstellung neuer Produkte verwendet werden können.</p> <p>Nutzen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sicherstellung sortenreiner Materialströme • Generierung hochwertiger Recyclingmaterialien für die Industrie • Beitrag zur Reduktion von Primärkunststoffen in der Produktion
<p>End-of-Life-Phase</p>	<p>TSR – hochwertige Stahlrezyklate</p> <p>TSR produziert heute bereits einen Recyclingrohstoff aus 100 Prozent Post-Consumer-Material, welcher als Substitut für Primärrohstoffe (Erz und Kohle) über die verschiedenen Herstellungstechnologien für Eisen und Stahl eingesetzt wird. Durch das innovative TSR40-Herstellungsverfahren entsteht ein besonders hochwertiges Stahlrecyclingprodukt, das direkt in die Neuproduktion integriert werden kann und somit heute bereits THG-Emissionen einspart.</p> <p>Nutzen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einsparung von CO₂ durch Reduktion von Primärstahl • Förderung geschlossener Materialkreisläufe in der Stahlindustrie • Bereitstellung qualitativ hochwertiger Sekundärrohstoffe

In allen Phasen ist darauf zu achten, dass Produkte und Materialien so lange wie möglich möglichst rein in einem hohen Qualitätszustand gehalten werden. Klare Anreize für nachhaltige und zirkuläre Praktiken sowie einheitliche produktspezifische Standards für z. B. Remanufacturing und Recycling helfen, die Sicherheit und das Vertrauen in wieder aufgearbeitete Produkte und recycelte Materialien zu gewährleisten. Rechtssicherheit, besonders in Bezug auf die Abgrenzung zwischen Abfallrecht und Kreislaufwirtschaftsrecht, ist essenziell. Dabei sollten beispielsweise Altteile für das Remanufacturing nicht als Abfall gelten, um die Wiederaufbereitung zu erleichtern und zu fördern.

2.2 Erweiterung der Bewertung auf den gesamten Lebenszyklus von Produkten

Neben politischen Rahmenbedingungen braucht es einheitliche Definitionen und Berechnungsmethoden, um die Auswirkung eines Produktes über den gesamten Lebenszyklus bewerten zu können, z. B. Life Cycle Assessment (LCA).

Es gibt bereits Standards, welche das einheitliche Verständnis und Metriken prägen, diesen fehlt allerdings eine einheitliche Methodik und eine Lösung der Frage, wie man eine doppelte Anrechnung einzelner Materialien oder Produkte entlang des Lebenszyklus verhindern kann.

Die nachfolgenden Standards existieren im Bereich der Kreislaufwirtschaft:

- ISO/TC 323 arbeitet an der Definition der Kreislaufwirtschaft und identifiziert relevante Maßnahmen zur Kreislaufwirtschaft.
- ISO/DIS 59004 definiert die Messung und Bewertung als Hauptbestandteil des „Circular Economy Action Plan“ und bietet den entsprechenden Rahmen in ISO/DIS 59020.
- ISO/DIS 59020 unterscheidet zwischen Kreislaufmessung (Sammlung von Daten und Informationen), Kreislaufbewertung (Interpretation von Daten und Informationen) und Kreislaufleistung (d. h. „Grad, zu dem eine Reihe von Kreislaufaspekten mit den Prinzipien der Kreislaufwirtschaft übereinstimmt“).

Die Bewertung der Umweltauswirkungen über alle Lebenszyklusphasen erfordert eine Anpassung des Bewertungssystems, wie es in den aktuellen ISO-Standards und sektorspezifischen Leitlinien definiert ist. Um die Auswirkungen der Kreislaufwirtschaftsansätze ganzheitlich bewerten zu können, empfehlen wir eine „cradle-to-grave“-Betrachtung.

2.3 Design for Circularity

Das Konzept des „Design for Circularity“ (siehe „Best Practices“ in Kapitel 2.1) zielt darauf ab, Bauteile so zu gestalten, dass sie wieder- und weiterverwendet werden können und am Ende ihres Lebenszyklus effizient recycelt werden können. Ein wichtiges Ziel dabei ist es, Komponenten im Fahrzeug durch ein entsprechendes Design austauschbar und abtrennbar zu gestalten. Zentrale Prinzipien sind Modularisierung und Zerlegbarkeit von Bauteilen sowie die Reduktion der Bauteilanzahl: Weniger und größere Bauteile erleichtern nicht nur die Montage, sondern auch die spätere Demontage und Verwertung, indem komplexe, kleinteilige Strukturen vermieden werden. Durch gesteigerte Demontage kann die Kreislaufführung von Materialien für 20-30 Prozent der Fahrzeugmasse erleichtert werden. Bei der Materialvarianz liegt der Fokus auf der Vereinheitlichung der eingesetzten Materialien. Dies reduziert den Aufwand bei der Wiederverwertung und vermeidet, dass Materialien im Recyclingprozess durch Vermischung verloren gehen. Die Verwendung kompatibler Materialien spielt ebenfalls eine Schlüsselrolle. Materialien, die sich schlecht zusammen recyceln lassen, sollten nicht zusammen verwendet werden. Eine

weitere Optimierungsmöglichkeit liegt in der Montage: Bauteile sollten so gestaltet werden, dass die Trennzeiten bei der Demontage verkürzt werden. Schließlich ist die Zerlegbarkeit ein essenzieller Aspekt. Produkte und Werkstoffe sollten so miteinander verbunden werden, dass sie am Ende ihres Lebenszyklus leicht zu trennen und wiederzuverwerten sind, was die Effizienz der Materialrückgewinnung erheblich verbessert.

Das „Design for Circularity“ in der Automobilindustrie steht jedoch vor besonderen Herausforderungen, die sich deutlich von denen in anderen Branchen, wie etwa bei Konsumgütern, unterscheiden. Die sehr lange Lebensdauer, im Durchschnitt etwa 20 Jahre, erfordert Materialien von hoher Qualität und Haltbarkeit, was die Übertragung von Best-Practice-Beispielen aus anderen Industrien erschwert, da diese Produkte oft eine deutlich kürzere Lebensdauer haben. Darüber hinaus müssen Fahrzeuge strenge Sicherheitsanforderungen erfüllen, um den Schutz von Insassen bei Unfällen oder anderen Gefahrensituationen zu gewährleisten. Dies schränkt die Materialauswahl erheblich ein, da nicht nur die Recyclebarkeit, sondern auch die mechanische Festigkeit und Crash-Sicherheit der eingesetzten Materialien gewährleistet sein müssen. Zusätzlich sind Autos extremen Umweltbedingungen ausgesetzt: Sie müssen sowohl bei sehr niedrigen als auch bei hohen Temperaturen, sowie bei Feuchtigkeit und Nässe über Jahrzehnte hinweg funktionsfähig bleiben. Diese Anforderungen machen das „Design for Circularity“ in der Automobilindustrie besonders anspruchsvoll, da die Materialien nicht nur recyclingfähig, sondern auch äußerst widerstandsfähig sein müssen.

2.4 Regelung des Zugriffs auf Altfahrzeuge und Altteile in Europa

Ein weiterer zentraler Punkt ist der fehlende Zugriff auf Altfahrzeuge für die Einbindung der Fahrzeuge in die Kreislaufwirtschaft. Juristisch gesehen gehen beim Verkauf eines Fahrzeugs die Eigentumsrechte an den Käufer über. Der Eigentümer hat somit das Recht, das Fahrzeug weiterzuverkaufen, was es zu einem Handelsgut macht. Es ist festzustellen, dass viele Fahrzeuge aus Deutschland in Regionen und Länder exportiert werden, wo fehlende oder nicht eingehaltene Umweltstandards bei der Demontage für negative Umweltauswirkungen sorgen. Über zwei Drittel der endgültig stillgelegten Fahrzeuge in Deutschland im Jahr 2021 wurden als Gebrauchtfahrzeuge ins EU-Ausland exportiert und gehen somit der Kreislaufwirtschaft in Deutschland verloren.

Im Vergleich zu Staaten wie China, die die Materialströme im Sinne ihrer Ressourcenstrategie stärker kontrollieren, zeigt sich, dass die Europäische Union und Deutschland hier weniger Einfluss nehmen. Dies behindert die Entwicklung einer effektiven Kreislaufwirtschaft in Europa.

Der Zugriff auf Altfahrzeuge, inklusive der rechtlichen Eigentumsansprüche und der Frage, ab wann ein Fahrzeug als Ressource in den Kreislauf zurückgeführt werden muss oder ein Handelsgut bleibt, ist bisher nicht geklärt, wird aber im Entwurf der ELV-Verordnung über zusätzliche Pflichten des Letzthalters und weitere Anforderungen zumindest in Teilen adressiert. Dies stellt eine zentrale Herausforderung für die Kreislaufwirtschaft in der Automobilindustrie dar. Ohne klare Regelungen und eine effektive Kontrolle über die Materialströme können die Potenziale der Kreislaufwirtschaft nicht voll ausgeschöpft werden. Es bedarf einer harmonisierten gesetzlichen Grundlage, die den Zugriff auf Altfahrzeuge regelt und sicherstellt, dass diese Fahrzeuge nachhaltig recycelt oder deren Altteile der Wiederverwendung oder Wiederaufarbeitung zugeführt werden können, um die Ressourceneffizienz zu maximieren und die Umweltauswirkungen zu minimieren.

Neben gesetzlichen Regelungen zu Altfahrzeugen gilt es auch Anreize für „Re-Use“ und „Re-Manufacturing“ zu schaffen. Es bedarf Rechtssicherheit für die Verwendung von Altteilen. So ist es essenziell, dass Altteile, welche weiterverwendet oder wieder aufgearbeitet werden sollen (sogenannte „cores“), nicht als Abfall gelten.

2.5 Verfügbarkeit und Wirtschaftlichkeit qualitativ hochwertiger Sekundärmaterialien

Die Quelle des Sekundärmaterials ist grundsätzlich unerheblich. Produktionsrückstände aus anderen stahlverarbeitenden Sektoren können genauso für Automobile genutzt werden wie Aluminium-Verpackungsabfälle. Entscheidend ist nicht die Herkunft, sondern vielmehr die Qualität der jeweiligen Materialien. Gerade in der Automobilindustrie gelten hier hohe Anforderungen. Hohe Zug- und Bruchfestigkeit, Oberflächenbeschaffenheit und Korrosionsbeständigkeit sind für ein langlebiges Produkt mit hohen Sicherheitsanforderungen unverzichtbar. Doch genau hier ist die Industrie heute mit den größten Herausforderungen konfrontiert.

Die höchsten Anteile an Sekundärmaterial werden gegenwärtig bei Metallen wie beispielsweise Kupfer erreicht. Angesichts des erheblichen indirekten Ressourcenverbrauchs ist dies auch bereits heute ein wesentlicher Beitrag zur Entlastung der Umwelt. Kupfer ist aber umgekehrt ein erhebliches Problem bei der Absicherung der Qualität von Aluminium und Stahl: Bereits niedrige Kontaminationen mit Kupfer gefährden wesentliche Eigenschaften dieser Materialien in vielen Anwendungen. Die heute bereits hohen Sekundärmaterialanteile bei Stahl (gesamt über 40 Prozent, Flachstahl ca. 17 Prozent (wovon der größte Anteil „pre-consumer“- und „manufacturing“-Schrott ist) Langstahl fast 100 Prozent) und Aluminium weiter zu erhöhen ist daher abhängig von einer besseren Trenn- und Sortierqualität im Aufbereitungsprozess und dessen Profitabilität. Aktuelle Studien und die Praxis zeigen, dass es ökonomisch darstellbar ist, diese Kontamination mit Kupfer gerade beim Recycling von Fahrzeugen weitgehend zu verhindern. Beim Recycling von Kupfer ist die Trennung entscheidend, da sie nicht nur die Kontamination des Stahls vermeidet, sondern auch ermöglicht, Sekundärkupfer wiederzugewinnen.

Dabei müssen aktuelle Herausforderungen der Stahlhersteller durch die Umstellung auf eine CO₂-arme Produktionsroute berücksichtigt werden. Durch diese ergeben sich bspw. durch den Einsatz eines Elektrolichtbogenofens prozesstechnische Möglichkeiten, den Sekundäranteil zu steigern. Automobilhersteller und -zulieferer können durch Verzicht auf komplexe Materialverbünde einen Beitrag leisten. Auch die technischen Anforderungen sollten im Hinblick auf höhere Sekundärmaterialanteile überprüft werden.

Die technischen Herausforderungen im Bereich Kunststoff sind noch größer: Der technischen Trennbarkeit unterschiedlicher Kunststoffe sind heute noch enge Grenzen gesetzt. Der Einsatz von Sekundärkunststoff aus dem mechanischen Recycling ist vielfach auf Anwendungen beschränkt, bei denen die technischen, aber auch die optischen Eigenschaften eine geringe Rolle spielen, etwa beim Verbau in nicht sichtbaren Bereichen. Zur Steigerung der Wiederverwendung sind technologische Durchbrüche bei der Sortiertechnologie notwendig. Eine andere Option ist das chemische Recycling, also die Zerlegung der Kunststoffe in ihre Grundbausteine als Basis für Sekundärmaterial auf Primärmaterialqualitätsniveau. Biologische und CO₂-basierte Quellen sind eine alternative Option für kreislauffähige Kunststoffe. Die Sinnhaftigkeit und allfällige Trade-offs dieser Lösungen müssen aus einem ökonomischen und ökologischen Blickwinkel sorgfältig geprüft werden.

Bei Glas befinden sich leistungsfähige Sekundärmaterialoptionen noch in der technologischen Entwicklung. Ein echter Markt für Sekundärautoglas existiert hier aufgrund des ebenfalls erheblichen Verunreinigungsproblems bislang nicht.

Chancen bestehen durch die Wiederverwendung vorhandener, in ihrer Zusammensetzung genau erfasster und sortenreiner Produktionsrückstände. Hier muss es darum gehen, eine höherwertige Nutzung als bisher zu erreichen. Hohe Qualitätsanforderungen und eine im Vergleich zur Nachfrage geringe Produktionsmenge führen zu höheren Preisen. Dies kann für die Abnehmer von Sekundärmaterialien eine Herausforderung sein.

In jedem Falle ist die Verbesserung der Materialqualität und eine Industrialisierung der Produktion von Sekundärrohstoffen notwendig. Fehlende Rahmenbedingungen für qualitativ hochwertige Sekundärmaterialien sind ein zentrales Problem bei der Entwicklung einer erfolgreichen Kreislaufwirtschaft. Mehrere Faktoren tragen zu dieser Herausforderung bei. Die mangelnde Nachvollziehbarkeit der Materialströme erschwert die Identifikation und Trennung von hochwertigen Sekundärmaterialien. Eine effektive Rückverfolgbarkeit ist entscheidend, um sicherzustellen, dass recycelte Materialien den erforderlichen Qualitätsstandards entsprechen und für spezifische Anwendungen verwendet werden können. Recycling-Unternehmen stehen oft vor finanziellen Herausforderungen, da die Wirtschaftlichkeit des Recyclings im Vergleich zur Neuproduktion benachteiligt ist. Die fehlende Anerkennung der Umweltvorteile und unzureichende ökonomische Anreize erschweren die Investitionen in hochwertige Recyclingverfahren. Klare und kohärente Richtlinien in der Form von Regulierung oder Standards sind notwendig, um sicherzustellen, dass hochwertige Sekundärmaterialien angemessen bewertet und gehandelt werden können.

2.6 Marktwirtschaftliche Anreize zur Entwicklung der Kreislaufwirtschaft

Die heutigen Anreizsysteme zur Verwendung von Sekundärmaterialien bieten, wie in Kapitel 1.1 beschrieben, in vielerlei Hinsicht keine ausreichenden Anreize für die Entwicklung einer funktionierenden Kreislaufwirtschaft. Besonders im Automobilbereich können dadurch die vorhandenen Chancen und Potenziale nicht ausgeschöpft werden.

Die CO₂-Bepreisung ist ein Faktor, der die Prinzipien der Kreislaufwirtschaft unterstützt, indem er die Treibhausgasemissionen in die Kostenstrukturen integriert und somit eine direkte finanzielle Motivation für Unternehmen schafft, ressourcenschonende und klimafreundliche Materialien zu verwenden. Durch die Verteuerung von CO₂-intensiven Prozessen würde die Nutzung von Primärmaterialien unattraktiver, während der Einsatz von Sekundärmaterialien gefördert würde. Ein CO₂-Preis würde somit einen Wettbewerbsvorteil für recycelte Materialien schaffen und Innovationen in der Recyclingtechnologie sowie in der Produktgestaltung hin zu besserer Wiederverwertbarkeit begünstigen. Insgesamt würde eine solche, möglichst weltweite Bepreisung den Übergang zu einer Kreislaufwirtschaft beschleunigen, indem sie wirtschaftliche Anreize zur Minimierung von Abfall und zur Schließung von Materialkreisläufen bietet.

2.7 Harmonisierung von Standards und Messmethoden für die Kreislaufwirtschaft

Große Unternehmen sind aufgrund regulatorischer Anforderungen wie der „Corporate Sustainability Reporting Directive (CSRD)“ in der EU und steigender Erwartungen von institutionellen Investoren und Konsumenten mit steigenden Berichtspflichten konfrontiert.

Der Einsatz von Sekundärmaterialien geht zumeist mit THG-Reduktionen einher, weshalb eine zuverlässige Bilanzierung wichtig ist. Jedoch mangelt es gerade hier an einheitlichen Festlegungen und Datengrundlagen zur THG-Bilanzierung von Sekundärmaterialien. Unterschiedliche Branchen und Organisationen verwenden heute unterschiedliche Ansätze (Definitionen und Festlegungen). Dies führt zu Intransparenz und Inkonsistenzen bei der Bewertung der Umweltauswirkungen in der Wertschöpfungskette.

Auch die EU legt innerhalb eines Rechtsraums Regularien fest, beispielsweise EU-BattVO⁶, CSRD⁷, CBAM⁸ und RED III⁹, die unterschiedliche Ansätze zur Bilanzierung von THG-Emissionen vorschreiben.

In der deutschen Stahlindustrie wurde aufbauend auf dem BMWK-Konzept und Stakeholderprozess „Leitmärkte für klimafreundliche Grundstoffe, der Low Emission Steel Standard (LESS)“ entwickelt, der neben der Einstufung und Berechnung von CO₂-arm hergestelltem Stahl auch den Sekundärstahlanteil ausweist, diesen jedoch nicht positiv in der Einstufung berücksichtigt. Von der chemischen Industrie wurde der „Together for Sustainability“-Ansatz initiiert, der, wie vom BMWK ([Leitmärkte für klimafreundliche Grundstoffe](#)) vorgeschlagen, weiterentwickelt werden muss, um den aktuellen Ansprüchen an THG-Bilanzierung und Kreislaufwirtschaft zu genügen. Dies kann z. B. im Rahmen der weiteren Entwicklung von Digitalen Produktpässen¹⁰ geschehen. Außerdem variiert die Qualität der verfügbaren Daten zur THG-Bilanz erheblich. Verbesserungen der Datenverfügbarkeit, Datenqualität und Dateneinheitlichkeit sind notwendig.

Die fehlende Harmonisierung auf internationaler Ebene erschwert die Vergleichbarkeit von THG-Bilanzen zwischen verschiedenen Ländern und Regionen. Einheitliche Standards und Festlegungen sind notwendig. Die Verwendung von recycelten Materialien in Fahrzeugen erfordert genaue und glaubwürdige THG-Bilanzen, um sicherzustellen, dass die Klimaauswirkungen tatsächlich reduziert werden.

Daher sind internationale Bemühungen zur Harmonisierung der Bewertungskriterien und zu Mindestanforderungen an die Datenqualität zu unterstützen. Nur durch einen solchen umfassenden Ansatz können präzise und vergleichbare Informationen über die THG-Auswirkungen von Sekundärmaterialien gewährleistet werden.

2.8 Errichtung effizienter, industrieübergreifender Kreislaufnetzwerke

Ein gut funktionierendes Kreislaufnetzwerk ist essenziell für die Entwicklung einer effektiven Kreislaufwirtschaft. Dies betrifft verschiedene Akteure entlang der Wertschöpfungskette. Endverbraucher sind möglicherweise nicht ausreichend informiert oder motiviert, ihre Produkte korrekt zu entsorgen. Ein weiteres Beispiel sind Techniker als „Erstbewerter“ in der Entscheidung, ob Materialien in den Reuse-, Reparatur-, Recyclingprozess oder in die thermische Verwertung bzw. Beseitigung gehen. Dies führt zu einer unzureichenden Menge an Alteilen für die Wiederaufarbeitung oder an rückführbaren Materialien in den Abfallströmen. Darüber hinaus besteht das Risiko einer unsachgemäßen Entsorgung von Altfahrzeugen bei Betrieben, die fälschlicherweise den Eindruck erwecken, zur Handhabung von Altfahrzeugen berechtigt zu sein, jedoch nicht über die notwendige Zulassung verfügen. In diesem Zusammenhang ist der Verwertungsnachweis von zentraler Bedeutung: Ohne einen solchen Nachweis sollte keine Abmeldung des Fahrzeugs erfolgen dürfen. Der Verwertungsnachweis stellt sicher, dass das Fahrzeug in einem zertifizierten Betrieb ordnungsgemäß entsorgt und der Recyclingprozess somit rechtskonform und ressourcenschonend durchgeführt wird. Darüber hinaus wird eine Reihe von weiteren Maßnahmen diskutiert, unter anderem die Stärkung der Produktverantwortung und die Verbesserung des behördlichen Vollzugs.

⁶ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32023R1542> (aufgerufen am 30.01.2025)

⁷ <https://www.csr-in-deutschland.de/DE/CSR-Allgemein/CSR-Politik/CSR-in-der-EU/Corporate-Sustainability-Reporting-Directive/corporate-sustainability-reporting-directive-art.html> (aufgerufen am 30.01.2025)

⁸ https://taxation-customs.ec.europa.eu/carbon-border-adjustment-mechanism_en (aufgerufen am 30.01.2025)

⁹ https://energy.ec.europa.eu/topics/renewable-energy/renewable-energy-directive-targets-and-rules/renewable-energy-directive_en (aufgerufen am 30.01.2025)

¹⁰ Siehe hier für weitere Informationen: https://expertenkreis-automobilwirtschaft.de/media/pages/home/ac5a1a6b88-1730451921/expertenkreis-transformation-automobilwirtschaft_kurzpapier_digitaler-produktpass_final_20241031.pdf (aufgerufen am 30.01.2025)

Die Lösung dieser Herausforderung erfordert eine engere Zusammenarbeit zwischen Endverbrauchern, Recyclern, Remanufacturern, Materialaufbereitern, Lieferanten und der Automobilbranche. Investitionen in fortgeschrittene Technologien für Recycling, Materialaufbereitung und Logistik, sowohl in die Forschung als auch in der Industrialisierung, und die Schaffung von Anreizen für eine korrekte Produktentsorgung sind entscheidend, um ein effizientes und qualitativ hochwertiges Recyclingnetzwerk aufzubauen. Die Etablierung eines Kreislaufwirtschaftssystems benötigt somit einen großflächigen Ausbau der Infrastruktur, inklusive der notwendigen grünen Energie.

2.9 Digitale Rückverfolgbarkeit von Materialströmen

Eine zentrale Herausforderung bei der Entwicklung der Kreislaufwirtschaft in der Automobilindustrie ist das Tracking von Materialströmen und die Erfassung von Informationen über Herkunft und Zusammensetzung der Komponenten und Materialien. Zumeist ist es nur bedingt nachweisbar, wie Komponenten zusammengesetzt sind, wie sie bearbeitet bzw. repariert wurden, welche Materialien woher kommen, aus welcher Industrie sie recycelt wurden und ob es sich um Sekundärrohstoffe oder Primärmaterialien handelt. Besonders auf der Ebene der Rohstoffhändler ist die Nachverfolgbarkeit und Prüfbarkeit von Sekundärmaterialien schwierig und mit hohem Aufwand und Kosten verbunden. Die Einführung von Prozess- und Qualitätsstandards ist zwingend notwendig, um Transparenz und Effizienz zu erhöhen. Gleichzeitig führt die mangelnde Nachverfolgbarkeit zu Unsicherheiten und Ineffizienzen in der Lieferkette, da die Qualität und Nachhaltigkeit der Materialien nicht immer gewährleistet werden können. Im Bereich der Reparatur und Remanufacturing würde der Zugang zu Nutzungsdaten, wie z. B. Health-Daten des Autos und der einzelnen Komponenten, helfen, Komponenten effizienter und besser zu reparieren bzw. wieder aufzuarbeiten. Bereits Daten aus der Produktionsphase könnten einen entscheidenden ersten Schritt darstellen: Sie würden dabei helfen, für ein effizientes Recycling im Sinne der R-Strategien die jeweils sinnvollste Strategie frühzeitig zu identifizieren und umzusetzen.

Digitale Dienste wie Catena-X¹¹ unterstützen Unternehmen dabei, Daten im Bereich der Kreislaufwirtschaft auszutauschen und Materialströme besser zu verfolgen. Trotz ihres Potenzials werden diese Technologien jedoch bisher nicht flächendeckend und in tieferen Lieferstrukturen weltweit eingesetzt. Diese Ineffizienzen hemmen die Entwicklung einer effektiven Kreislaufwirtschaft in der Automobilindustrie. Ohne klare und verlässliche Informationen über Materialströme können Unternehmen keine fundierten Entscheidungen treffen, um ihre Prozesse zu optimieren und nachhaltiger zu gestalten.

Es bedarf daher internationaler Anstrengungen, um standardisierte und transparente Systeme zur Nachverfolgbarkeit von Materialien wie Catena-X oder Together for Sustainability (TfS) weiter zu skalieren. Regulatorisch ist darauf zu achten, bestehende Systeme zu nutzen und eine angemessene Rückverfolgbarkeit und Informationspflicht einzuführen. Während Zugang zu Nutzungsdaten, Materialzusammensetzung für Recycler, Hersteller, Remanufacturer und Zulieferer sinnvoll wären, so führt z. B. eine verpflichtende Angabe der VIN-Nummer (Vehicle Identification Number) beim Remanufacturing nur zu unnötigem Aufwand, ohne Nutzen für den Prozess und die Qualität der Komponenten. Nur durch den Zugang zu relevanten Daten kann die Automobilindustrie die Vorteile der Kreislaufwirtschaft voll ausschöpfen und einen signifikanten Beitrag zur Ressourcenschonung und Reduktion von CO₂-Emissionen

¹¹ Catena-X bietet den ersten offenen und kollaborativen Datenraum für die Automobilindustrie – für optimierte Geschäftsprozesse durch datengesteuerte Wertschöpfungsketten. Im Kontext der Kreislaufwirtschaft bietet Catena-X verschiedene Anwendungsfälle und Standards an, darunter die Berechnung und Übermittlung eines produktspezifischen CO₂-Fußabdrucks (Catena-X PCF) sowie die Erstellung und Übermittlung digitaler Produktpässe, wie beispielsweise den Batteriepass. Digitale Produktpässe unterstützen die effiziente Entwicklung der Kreislaufwirtschaft und sollen zu transparenteren Produkten beitragen, wie zum Beispiel in Bezug auf eingesetzte kritische Rohstoffe (weitere Informationen unter: <https://catena-x.net/de/>).

leisten. Zusätzlich sind Initiativen für die Transparenz der frühen Stufen der Rohstoffgewinnung wichtig, um die hier noch bestehenden Datenlücken beispielsweise bei der Erzgewinnung zu schließen.

3 Handlungsempfehlungen

3.1 Konkretisierung der Nationalen Kreislaufwirtschaftsstrategie für die Automobilindustrie

Der ETA unterstützt die nationale Kreislaufwirtschaftsstrategie Deutschlands und empfiehlt eine Konkretisierung in Bezug auf die deutsche Automobilindustrie:

Der ETA unterstützt die nationale Kreislaufwirtschaftsstrategie, die sowohl internationale Ansätze als auch die spezifischen Anforderungen des Wirtschaftsstandorts Deutschland berücksichtigt. Dabei ist es wichtig, die wirtschaftliche Struktur und Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands im globalen Kontext und seine geopolitische Resilienz zu stärken. Der Übergang und die Weiterentwicklung der Kreislaufwirtschaft können sich an industriellen Best Practices orientieren, um eine Standardisierung zu fördern, durch gemeinsame Initiativen voranzutreiben und dabei regulatorische Vorgaben zu begleiten. Diese Regularien müssen auf die spezifischen Gegebenheiten des europäischen und deutschen Wirtschaftsraums abgestimmt sein und gleichzeitig auf internationaler Ebene durch mehr Innovationskraft eine höhere Wettbewerbsfähigkeit begünstigen. Öffentliche Förderprogramme, verkürzte Genehmigungsprozesse sowie eine verstärkte Aus- und Weiterbildung sind weitere Schlüsselfaktoren für den Erfolg. Technische Standards wie digitale Produktpässe sollen zudem harmonisiert und interoperabel gestaltet werden (beispielsweise Catena-X), um den Übergang zur Kreislaufwirtschaft technisch zu erleichtern. Grüne Energiemärkte sind eine wichtige Grundlage zur Dekarbonisierung der Kreislaufwirtschaft. Dazu sind marktbasierende Dekarbonisierungsinstrumente wie „Power Purchase Agreements (PPA)“ essenziell. Europäische Regulierung muss die Anerkennung dieser marktbasierenden Instrumente durchgängig weiter stützen – egal ob in der Nachhaltigkeitsberichterstattung oder CO₂-Fußabdruckregulierung, z. B. im Rahmen der Batterieverordnung oder der Ökodesignverordnung, welche nicht im Einklang mit europäischen Regelungen stehen. Denn die Entwicklung einer dekarbonisierten Kreislaufwirtschaft soll Deutschlands Stellung als Industriestandort nicht schwächen oder hemmen, sondern EU-übergreifend stärken. Eine weitergehende Harmonisierung von CO₂-Preissystemen auf internationaler Ebene könnte die Kreislaufwirtschaft industrieübergreifend fördern.

Systemische politische Steuerungsmechanismen

Der ETA unterstützt **die Entwicklung industrieübergreifender Steuerungsmaßnahmen für die Entwicklung einer Kreislaufwirtschaft unter Berücksichtigung eines marktwirtschaftlichen Ansatzes.** Konkret soll die **Wirksamkeit verschiedener politischer Steuerungsmechanismen** (z. B. THG-Preis) und eine Kombination dieser überprüft werden, die u. a. folgende Aspekte berücksichtigen:

- Berücksichtigung von **Kreislaufwirtschaft hinsichtlich Design und Produktentwicklung**
- **Bessere technische Leistung** in Demontage-, Zerlege-, Trenn- und Sortierverfahren für eine **höhere Sekundärmaterialqualität**
- Berücksichtigung von Externalitäten am Markt für einen **fairen Wettbewerb zwischen Primär- und Sekundärmaterialien**
- Finanzierung neuer technischer Lösungen über einen **Markt, der höhere Sekundärmaterialqualität honoriert**

- **Industrieübergreifende Betrachtung**, die Anreize für mehr hochwertiges Recycling in verschiedenen Sektoren setzt, um eine systemweit optimale Kreislaufwirtschaft zu fördern
- **Berücksichtigung von globalen Vernetzungen und Interaktionen** mit alternativen Ansätzen, insbesondere in den USA und China

3.2 Empfehlungen zur Ausgestaltung der End-of-Life-Vehicle-Regulation

3.2.1 Zusammenführung von horizontalem und vertikalem Ansatz

Der ETA empfiehlt der Bundesregierung, das heutige bzw. von der EU vorgeschlagene Regulierungsdesign konstruktiv-kritisch zu evaluieren. Mit Blick auf automobilspezifische Vorgaben ist auch in der politischen Entscheidung über die ELV-Verordnung sicherzustellen, dass alle vorgenannten Herausforderungen, wie unter anderem, die verfügbaren Mengen an qualitative hochwertigen Sekundärmaterialien, wirksam adressiert und zugleich der Wettbewerb und Innovation wirksam unterstützt werden. Die Logik von Rezyklatquoten und Unterquoten ist zwar kritisch zu analysieren, dennoch ein potenziell geeignetes Mittel zur Stimulation der Entwicklung einer Kreislaufwirtschaft. Hier ist jedoch zu beachten, dass festgelegte Quoten mit verfügbaren Mengen im angemessenen Verhältnis stehen müssen.

Horizontal muss es darum gehen, jenseits des einzelnen Produkts Automobil die politische Perspektive auf die wichtigsten Materialströme (Stahl, Nicht-Eisenmetalle, Kunststoff, Batteriezellmaterial) zu erweitern und die Wechselbeziehung zu anderen Sektoren in den Blick zunehmen, die sich bisher in der Form von Quoten, Unterquoten und Gebühren zeigt, um der Komplexität einer holistischen Kreislaufwirtschaft gerecht zu werden.

Vertikal, mit Blick auf automobilspezifische Vorgaben, ist in der politischen Entscheidung über die ELV-Verordnung **sicherzustellen, dass die vorgenannten Herausforderungen wirksam adressiert und zugleich Wettbewerb und Innovation wirksam unterstützt werden.**

Die vertikale Logik ist aber als solche begrenzt und wird den Herausforderungen nicht allein gerecht. Vielmehr muss es auch horizontal darum gehen, **jenseits des einzelnen Produkts Automobil die politische Perspektive auf die wichtigsten Materialströme** (Stahl, Nicht-Eisenmetalle, Kunststoff, Batteriezellmaterial) **zu erweitern und die Wechselbeziehung** zu anderen Sektoren in den Blick zu nehmen. Wettbewerb und Innovation profitieren von einem durchlässigen Markt.

Übergreifendes Ziel einer Circular Economy sollte sein, insgesamt eine möglichst hohe Wiederverwendung von Materialien zu erzielen sowie über die Vermeidung von Downcycling auch eine langfristige Multizirkularität zu ermöglichen. Denn aus Nachhaltigkeitsperspektive ist eine zu Alurädern verarbeitete Getränkedose ebenso wenig zu beanstanden, wie hochwertiger Automobilstahl verarbeitet in anderen hochwertigen Produkten, sofern der Primärmaterialbedarf nicht an anderer Stelle steigt. Dabei ist gesicherte Materialqualität eine durchgängige Schlüsselgröße.

Unstrittig ist aber, dass eine reine Steuerung durch Vorgaben auf Nachfrageseite und eine alleinige Betrachtung der vertikalen Automobilkette nicht ausreichen, um die Kreislaufwirtschaft in der EU hinreichend voranzubringen. Die Vorschläge weiter unten beschreiben somit auch eine mögliche Erweiterung des regulatorischen Rahmens aus horizontaler Sicht.

DIFFERENZIERTE SITUATION BEI AUTOMOBILMATERIALIEN:

Die Ausgangssituation aus regulatorischer Perspektive auf die wichtigsten Materialmärkte für die automobiler Lieferkette ist unterschiedlich und kann vereinfacht wie folgt beschrieben werden:

Für die Wiedergewinnung von **Batteriezellmaterial** ist in hierfür eigens definierten Verwertungsprozessen eine hohe technische Qualität bereits heute gewährleistet. Zugleich wird von einem profitablen Verwertungsgeschäft für Batterien in der Zukunft, auch bei technisch anspruchsvollen Verwertungsverfahren, ausgegangen. Bereits mit der EU-Batterieverordnung ist das Ziel des Verbleibs von Batteriematerial in der Europäischen Union strategisch verankert und ein Hochlauf des Anteils von Sekundärmaterial in neuen Batterien vorgegeben. Zugleich steht allerdings der Volumenhochlauf alter Elektrofahrzeuge noch aus, sodass der Zufluss von Material in den Markt der mittelfristig wirksamste begrenzende Faktor bleibt.

Die gegenteilige Situation findet sich bei **Kunststoff**: Hier steht grundsätzlich eine große unerschlossene Menge an verwertbarem Material zur Verfügung – aus Automobil- und anderen Anwendungen. Limitierender Faktor ist hier die fehlende Trennbarkeit von Materialien, die daraus resultierende zu niedrige Qualität, mit mechanischem Recycling erzeugbaren Sekundärmaterials und die Sorge vor einer zu ungünstigen Energiebilanz des chemischen Recyclings. Hinzu kommt die mögliche kritische Wirtschaftlichkeit höherwertiger Recyclingverfahren. Zugleich kommt es immer noch zur thermischen Verwertung von Kunststoffen, für die sich keine wirtschaftliche andere Verwertungsoption darstellen lässt.

Stahl und Aluminium liegen zwischen diesen beiden Bookends, wobei man die Recyclingeignung von Stahl aufgrund potenzieller Verunreinigungen durch Kupfer oder andere Elemente besonders beleuchten muss: Es existieren funktionierende Sekundärmaterialmärkte und ein nahezu flächendeckendes und vollständiges Recycling ist insbesondere bei Stahl gewährleistet. Die heute am Markt dominierende Verwertungstechnologie begrenzt allerdings die Qualität des erzeugten Materials durch die kosten- aber nicht qualitätsoptimierte Betriebsweise von Schreddern sowie mangelnde Zerlegung von ELVs in den zugelassenen Behandlungseinrichtungen aufgrund fehlender Wirtschaftlichkeit. Downcycling ist ebenso Teil eines profitablen Geschäftsmodells wie der Export von Schrott und recyceltem Material außerhalb der EU. Vor dem Hintergrund einer in Europa und global zunehmenden Menge an Stahlschrott und einer zugleich stetig zunehmenden Kontamination mit Kupfer müssen Anreize geschaffen werden, um mehr Stahl auch in möglichst gleichbleibender Qualität zurückzugewinnen, insbesondere beim Recycling von Fahrzeugen. Die Praxis zeigt, dass es ökonomisch darstellbar ist, die Kontamination mit Kupfer beim Recycling von Fahrzeugen weitgehend einzudämmen.

Es ist daher nachvollziehbar, dass die EU-Kommission zunächst Kunststoffe unmittelbar über die Definition von Sekundärmaterialquoten für die Automobilhersteller adressiert und Verordnungsermächtigungen für weitere Materialien geschaffen hat. Die bisherige Entwicklung lässt es nicht als sicher erscheinen, dass der steigende Druck zur Dekarbonisierung der Lieferketten schnell dazu führt, dass Kunststoffe in schnell steigenden Größenordnungen recycelt werden. Hier ist die Situation bei Kunststoff auch deutlich kritischer als bei Stahl und Aluminium, wo die Nachfrage der Automobilhersteller schnell ansteigt, die fehlende Qualität recycelten Materials jedoch schon jetzt der begrenzende Faktor für deren Einsatz als CO₂-Minderungshebel ist. Hier bedarf es kurzfristig der Gründung von Industriepartnerschaften, welche das Ziel der Erreichung Sekundärmaterialquoten streng verfolgen. Die Technologien und Möglichkeiten sind vorhanden. **Die konkrete Ausgestaltung dieses Systems ist im Rahmen des Gesetzgebungsverfahrens weiter intensiv zu diskutieren. Dieser Aspekt wird auf Seite 26 f. im Abschnitt „Diskussion rund um Rezyklatquoten“ weiter erläutert.**

3.2.2 Push- und Pull-Maßnahmen für eine stärkere Kreislaufführung

Grundsätzlich lässt sich die stärkere Kreislaufführung von Materialien in der Automobilindustrie durch ein Zusammenspiel von Push- und Pull-Maßnahmen stärken. Erstere dienen dazu, das Angebot und die Qualität von recyceltem Material zu erhöhen, letztere dienen dazu, eine größere Nachfrage für die recycelten Materialien zu schaffen. Hinsichtlich der Pull-Maßnahmen – insbesondere zu stoffbezogenen Quoten für recycelte Materialien – kommt der ETA zu keiner einheitlichen Empfehlung. Sowohl für als auch gegen diese Quoten gibt es Argumente. Dabei ist auch eine nuancierte Betrachtung je nach Material (Kunststoff, Stahl, Aluminium) zu empfehlen (siehe Kasten „Diskussion um Rezyklatquoten“). Unstrittig ist, dass es eines sorgfältigen Policy-Designs bedarf, um dem Ziel einer stärkeren Kreislaufführung gerecht zu werden.

Push-Maßnahme: Überwachung der stoffbezogenen In- und Outputs

Die Steuerung des Zustroms demontierter ELVs zu hochwertigeren Schredderbetrieben, welche dann wieder hochwertige Recyclingrohstoffe zur Verfügung stellen, würde eine nötige Push-Maßnahme darstellen. In diesem Fall könnten die Recycler und die Demontagebetriebe verpflichtet werden, entfrachtete und ggf. vordemontierte Altfahrzeuge nur an diese Recycler zu liefern. Eine Abweichung könnte nur zulässig sein, wenn ein qualitativ hochwertiger Recyclingbetrieb nicht in angemessener Entfernung verfügbar ist. Eine Berichtspflicht für Hersteller und Demontagebetriebe, aus der hervorgeht, welche Mengen eingegangen sind und der nächsten Recyclingstufe zugeführt werden, schafft die Grundvoraussetzung für transparentere Stoffströme im Recycling. Hierbei soll eine Klassifizierung oder qualitative Bewertung auf der Grundlage des Stoffumfangs erfolgen, sodass das nächste Verarbeitungsunternehmen für qualitativ hochwertiges Recycling gerüstet ist. In diesem Fall könnten die Schredderbetriebe anhand der Qualität der produzierten Materialien klassifiziert werden, und die Demontagebetriebe könnten verpflichtet werden, zerlegte Fahrzeuge nur an hochwertige Schredderbetriebe zu liefern.

Push-Maßnahme: Verbleib der Fahrzeuge in der EU oder Rückführung in die EU

Derzeit besteht ein Problem durch den mehrheitlich ungeklärten Verbleib sowie den Export von Altfahrzeugen in das europäische und außereuropäische Ausland. Der Kommissionsentwurf der neuen ELV-Regulation adressiert die Lösung des Problems des unbekanntes Verbleibs und Exports von Altfahrzeugen. Dies soll unter anderem über eine genauere Definition von Altfahrzeugen verbessert werden. Zudem muss sichergestellt werden, dass der Verwertungsnachweis von den zuständigen Behörden aktiv eingefordert wird. Ein digitaler Verwertungsnachweis würde diesen Prozess lückenlos gestalten und dazu beitragen, den illegalen Export sowie den unbekanntes Verbleib von Altfahrzeugen einzudämmen.

Der ETA empfiehlt der Bundesregierung, einen digitalen Verwertungsnachweis nachdrücklich zu unterstützen, um das Volumen innerhalb des EU-Binnenmarktes verfügbarer Materialien zu erhöhen (vgl. Empfehlungen zur Ausgestaltung der ELV-Regulation).

Push-Maßnahme: Qualität von Rezyklaten durch Anforderungen an den Verwertungsprozess steigern

Der ETA empfiehlt der Bundesregierung, die Entwicklung und Entstehung eines Sekundärmaterialmarkts zu fördern und sich national und v. a. gegenüber dem EU-Gesetzgeber dafür einzusetzen, direkt die Qualität der Verwertungsprozesse zu steigern:

- Die Berechtigung zur Verwertung von Automobilen sollte die Fähigkeit voraussetzen, Material zu erzeugen, das für die Verwendung in Automobilen geeignet ist. Dies könnte durch die untergesetzliche Festlegung insbesondere von Fremdmaterial-Kontaminations-Schwellenwerten insbesondere für zum Beispiel Stahl und Aluminium geschehen, die am Ende des Verwertungsprozesses nachzuweisen sind. Konkret könnte z. B. für Stahl die ELV-Verordnung Qualitätsstandards fürs Recycling im Rahmen von verpflichtenden Kontaminations-Schwellenwerten unter anderem für Kupfer vorschreiben, um so einen höheren Anteil an hochwertigem Sekundärstahl zu generieren. Die Qualifikation zur Verwertung von Altfahrzeugen könnte so an die Fähigkeit gekoppelt werden, „automotive grade“ Material erzeugen zu können.
- Es sollten geeignete Kontroll- und Toleranzmechanismen für Automobil-Demontierer bzw. Recyclingbetriebe hinzukommen, um emissionsverursachende Abfälle zu vermeiden (z. B. durch unvollständige Entfernung von Ölen).
- In einem darüber hinaus gehenden Schritt könnten für höherwertige, industrielle Anforderungen analoge und cross-industriell kompatible Qualitätsanforderungen definiert werden, die auch den Anforderungen anderer Sektoren nach hochwertigem Material entsprechen. Die Automobilverwertung könnte insofern als „Vorreiterrolle“ für ein horizontales material- und nicht endproduktspezifisch entwickeltes System von Qualitätsanforderungen dienen, welches insgesamt eine deutliche Minderung des Downcyclings in allen Industriesektoren bewirken könnte.
- Dazu sollte eine Berichtspflicht für Hersteller und Demontagebetriebe gehören, aus der hervorgeht, welche Mengen eingegangen sind und der nächsten Recyclingstufe zugeführt werden, wobei eine Klassifizierung oder Bewertung auf der Grundlage des Umfangs erfolgt, in dem das nächste Verarbeitungsunternehmen für qualitativ hochwertiges Recycling gerüstet ist.
- Dies kann schließlich mit einer Anforderung an den Verwertungsnachweis verbunden werden: Dieser dürfte nur noch von Unternehmen ausgestellt werden, welche über die nachgewiesene Fähigkeit zur Erreichung der Qualitätsanforderungen verfügen.

Ein Fahrplan für den Hochlauf solcher Anforderungen muss im Einzelnen erarbeitet werden. Zumindest bis diese Qualitätsstandards für Metalle erfüllt sind, muss das Material weiterhin als Abfall eingestuft werden, einschließlich der Export- und Verwendungsbeschränkungen (der EU-ELV-Vorschlag behandelt dies nicht). Bei Kunststoffen sollten die Anreize für die Verbrennung beispielsweise durch eine Einführung einer Abfallentsorgungsgebühr unterbunden werden, um das Recycling attraktiver zu machen.

PULL-MAßNAHME: DISKUSSION RUND UM REZYKLATQUOTEN

Eine Reihe von Expertinnen und Experten haben Vorbehalte gegen die von der EU-Kommission vorgeschlagene Logik von automobilspezifischen, nach Herkünften differenzierten Materialquoten und Unterquoten für Rezyklatmaterial aus Automobilen:

- So richtig die Förderung von Post-Consumer-Rezyklat ist, also von Material, das bereits durch „Endkundenhand“ gelaufen ist, so spielt gerade im Automobilbau die Kreislaufführung innerhalb der Industrie eine wichtige, im ELV-Vorschlag aber unterrepräsentierte Rolle. Produktionsrückstände sind in ihren Eigenschaften beschrieben und berechenbar. Sie werden schon jetzt, getrieben u.a. durch das Ziel der CO₂-Minderung, immer besser verwertet, am besten vertikal durch Rückführung, z. B. von Auto-Stanzabfällen zum Blechlieferanten oder zukünftig horizontal z. B. durch Glasrückstände aus der Produktion von Architekturglas oder der optischen Industrie für Autofenster.

Die vorgeschlagene Hierarchie, nach der Kunststoff aus Autos, der wieder zu Autos wird, einen höheren Wert hat, als Kunststoffe aus Haushaltsgeräten, die zu einem Auto werden, bedeutet, dass die Automobilindustrie gezwungen wird, am Materialmarkt bis zur Quotenerfüllung zu kaufen, was zunächst die Gesamtmenge des verfügbaren Materials der geforderten Qualität nicht erhöht, dieses allerdings für alle anderen Anwendungen verteuert. Auch geht mit einer solchen Ausgestaltung bezogen auf „Auto-Kunststoff“ „netto“ kein direkter Effekt bezogen auf vermindertes CO₂ und Ressourcenverbrauch einher.

- Dem entgegen steht die Sicht anderer Experten, wonach es bei einer in Europa und global zunehmenden Menge an Stahlschrott und einer zugleich stetig zunehmenden Kontamination mit Kupfer Anreize bedarf, mehr Stahl in möglichst gleichbleibender Qualität zurückzugewinnen und ein stetiges Downcycling zu verhindern. Insbesondere beim Recycling von Fahrzeugen wird typischerweise trotz hochwertigem Primärstahl in der Herstellung nur geringe Stahlqualitäten im Recycling erzielt. Aktuelle Studien wie auch die Praxis zeigen, dass es ökonomisch darstellbar ist, die Kontamination des Stahlschrotts mit Kupfer beim Recycling von Fahrzeugen weitgehend einzudämmen, auch wegen der zusätzlichen Rückgewinnung von Kupfer.
- Die Vorgabe einer Stahl-Rezyklateinsatzquote, insbesondere für aus dem Recycling von Fahrzeugen gewonnenen Stahl, kann diesen Anreiz setzen. Eine Stahl-Rezyklateinsatzquote ohne diese Vorgabe schafft hingegen keinen direkten Anreiz für die Rückgewinnung von hochqualitativem Stahl aus Fahrzeugen. Sie birgt das Risiko, nur zu einer Verschiebung des Einsatzes des recycelten Stahls von aktuell gegebenenfalls in anderen Produkten eingesetztem Recyclingstahl auf Fahrzeuge zu führen.
- Entsprechend bestünde durch die Einführung produktspezifischer Quoten eine Handhabe gegen den sogenannten „Wasserbetteffekt“. Diese wäre in diesem Fall das Phänomen, dass durch die höhere Zahlungsbereitschaft der Automobilindustrie der auf dem Markt verfügbare hochqualitative Recyclingstahl in Autos eingesetzt würde, während in anderen Sektoren (beispielsweise in Kühlschränken) durch den dort fehlenden Recyclingstahl eine höhere Nachfrage an Primärstahl entstehen würde. Der Einsatz von Recyclingstahl würde sich also nur umverteilen und wäre nicht zusätzlich zum bisherigen Status quo. Um diesem Phänomen entgegenzuwirken, bräuchte es in den anderen Sektoren, die recycelten Stahl einsetzen, vergleichbar hohe regulatorische Anforderungen wie in der Automobilindustrie, beziehungsweise entsprechende Rezyklatmindesteinsatzquoten.

Letztlich ist der Einsatz von recycelten Materialien nur dann ein Vorteil für Klima und Umwelt, wenn dieser Einsatz den Bedarf an Primärmaterialien reduziert. Deswegen sollte eine wie auch immer ausgestaltete Regelung für Kreislaufwirtschaft in der Automobilindustrie das Thema der Additionalität von recycelten Materialien adressieren. Dabei ist es anzustreben, neben einer möglichst umfassenden Wiederverwendung von Materialien und einer Vermeidung von Downcycling, die oben skizzierten Verschiebungseffekte zwischen Industriesektoren oder Regionen ohne Erhöhung der absoluten Menge von recycelten Materialien zu verhindern und eine Senkung des Bedarfs nach Primärmaterialien zu erzielen.

Chancen des Wertgehalts von Batterien nutzen

Während der Hochlauf von Elektrofahrzeugen derzeit bisher nicht an dem Punkt ist, dass nennenswerte Rückläufe gebrauchter Elektrofahrzeuge zu verzeichnen sind, so ist in Zukunft mit einem gestiegenen Wertpool durch gebrauchte Antriebsbatterien zu rechnen. Bei Elektrofahrzeugen wird der Wertpool durch das Recycling und die Wiederverwendung von Batterien deutlich gesteigert, solange die für Batterien erforderlichen Materialien sich nicht fundamental verändern. Damit könnte einhergehen, dass batteriebetriebene Fahrzeuge bereits bei einer niedrigeren Kilometerleistung als Verbrenner aufgrund des Materialwertes aus dem Markt „herausgekauft“ werden und nicht bis zur totalen technischen Obsoleszenz des Gesamtfahrzeugs auf den Straßen verbleiben. Zugleich bietet Elektrifizierung der Flotte aber auch die Chance, durch die mit einem steigenden Rücklauf elektrischer Fahrzeuge einhergehende veränderte Betriebswirtschaft auch eine höherwertige Verwertung des restlichen Fahrzeugs zu finanzieren. Derzeit wird die Profitabilität des Batterierecyclings durch fehlende Skaleneffekte eingeschränkt. Zudem ist es schwierig, eine betriebswirtschaftliche Prognose für das Recycling von Batterien zu erstellen, da sich die Materialzusammensetzungen, Rohstoffpreise und viele weitere Einflussfaktoren ändern können.

Aus diesem Grund sieht der ETA mit Skepsis den Kommissionsvorschlag, welcher einen eigenen getrennten Verwertungspfad für die Batterien von Elektrofahrzeugen vorsieht. Dies ist unter anderem im Hinblick auf den zu erstellenden Verwertungsnachweis problematisch. Darüber hinaus ist es für Automobilhersteller schwierig, wenn eine kleine Anzahl großer und spezialisierter Batterieverwerter den profitabelsten Teil des Automobilrecyclinggeschäfts wahrnimmt, der „Rest“ des Fahrzeugs hingegen durch ein, durch die Käufer von Neufahrzeugen zu finanzierendes System, abgedeckt werden soll. Sollte sich die eingesetzte Batteriechemie grundlegend verändern, gilt die oben skizzierte veränderte Betriebswirtschaft hingegen nicht mehr. Darüber hinaus reguliert die europäische Batterieverordnung alle Arten von Batterien, also auch Fahrzeugbatterien, und die Vorgaben zur erweiterten Herstellerverantwortung für Batterien sind bereits verabschiedet. Der ETA bittet die Bundesregierung, sich für die Kohärenz und Konsistenz in der Regulierung von Batterien einzusetzen.

3.2.3 Remanufacturing

Der ETA sieht besonders positiv am ELV-Vorschlag, dass Remanufacturing ausdrücklich anerkannt und gefördert werden soll. Die Ergänzung einer Definition des Remanufacturers wäre sinnvoll, um dessen Rolle in der Kreislaufwirtschaft besser zu würdigen. Eine klare Abgrenzung zwischen Abfall und Altteilen für das Remanufacturing schafft mehr Rechtssicherheit und verringert die Fragmentierung im Binnenmarkt, was im weiteren Verhandlungsprozess unterstützt werden sollte.

Der ETA empfiehlt der Bundesregierung, sich für eindeutige Abgrenzungskriterien und eine klare Definition von Altteilen einzusetzen, die sowohl die Verfügbarkeit dieser Teile gewährleisten als auch die notwendige Rechtssicherheit schaffen. Im weiteren Gesetzgebungsverfahren sollte darauf geachtet werden, dass Produkte und Materialien so lange wie möglich ihren höchsten Wert behalten.

Eine Herausforderung ist allerdings die bisher nicht ausreichende Anerkennung von Reparaturleistungen durch die Versicherungen. Fachleute sind sich einig, dass die Reparatur von Teilen gegenüber ihrem Austausch nachhaltiger ist. Zum Beispiel spart die Reparatur einer Windschutzscheibe im Vergleich zu ihrem Austausch etwa 99 Prozent der CO₂-Emissionen und reduziert die Kosten um bis zu 1.200 Euro. Hier gehen einzelne Versicherer wie die Allianz¹² bereits voran, um das gesamte Feld zu bewegen, bedarf es aber verbindlicher rechtlicher Vorgaben.

¹² <https://autorecyclingworld.com/germany-allianz-begins-repairs-with-used-parts/> (aufgerufen am 30.01.2025)

3.3 Schaffung von Rahmenbedingungen für die Kreislaufwirtschaft

3.3.1 Anreize für zirkuläre Geschäftsmodelle

Der ETA empfiehlt der Bundesregierung, Anreize zu setzen, die Lebensdauer von Fahrzeugen und Komponenten zu verlängern. Die verschiedenen R-Strategien, insbesondere Recycling und Wiederverwendung/Remanufacturing, dürfen nicht gegeneinander ausgespielt werden. Die am besten geeignete R-Strategie sollte unter Berücksichtigung ökologischer und ökonomischer Kriterien ausgewählt werden. Die folgenden Empfehlungen des ETA tragen zur Schaffung von geeigneten Rahmenbedingungen für die Kreislaufwirtschaft bei.

3.3.2 Kooperation entlang der Wertschöpfungskette

Um die Wettbewerbsfähigkeit und Innovationskraft der deutschen Automobilindustrie zu stärken, empfiehlt der ETA der Bundesregierung, verstärkt auf Anreize zur Kooperation in der gesamten Wertschöpfungskette zu setzen. Akteure aus verschiedenen Bereichen der Branche verpflichten sich zu einer intensiveren Zusammenarbeit, die durch erhöhte Transparenz, den Austausch von Daten und die Durchführung gemeinsamer Projekte gefördert wird. Diese Maßnahmen sollen nicht nur die Effizienz und Nachhaltigkeit der Produktion verbessern, sondern auch die Entwicklung neuer Technologien und Geschäftsmodelle beschleunigen. Durch die Schaffung eines kooperativen Ökosystems wird die deutsche Automobilindustrie in die Lage versetzt, den Herausforderungen der Zukunft besser zu begegnen und ihre führende Position auf dem globalen Markt zu behaupten. **Der ETA empfiehlt, dies durch die kontinuierliche Unterstützung von Projekten wie Catena-X, der Schaffung eines ganzheitlichen Regulierungsrahmens und der Förderungen der Kreislaufwirtschaft zu flankieren.**

3.3.3 IPCEI automobiler Kreislaufwirtschaft

Eine kleinteilige Organisation des Recyclings führt zu Effizienzverlusten und höheren Kosten. Daher ist eine Skalierung notwendig, um diese Probleme zu beheben. In den nächsten Jahren sollte es daher verstärkt darum gehen, Recyclingprozesse zu skalieren und zu industrialisieren, um weitere Innovations- und Kostensenkungspotenziale zu heben. Verbunden damit ist eine erhöhte Materialverfügbarkeit. Die EU hat mit den „Important Projects of Common European Interest“ (IPCEI) ein Instrument etabliert, das auch im Bereich der Kreislaufwirtschaft dazu beitragen könnte, weitere Potenziale zu heben. **Der ETA empfiehlt, die Einrichtung eines IPCEI für die automobiler Kreislaufwirtschaft zu unterstützen.**

3.3.4 Erfassung der Auswirkungen des Einsatzes von Sekundärmaterialien auf die THG-Bilanz

Der ETA empfiehlt der Bundesregierung, die Standardisierung einer Methodik zur lebenszyklusbasierten THG-Erfassung, -Berechnung und -Übermittlung zu fördern ([ETA-Papier „Eine Währung für den Klimaschutz“](#)). Dabei sollen unter anderem EU und weltweit vereinheitlichte methodische Kernfragen der Berechnung, Allokation und Verifikation von THG-mindernden Sekundärrohstoff-Maßnahmen, sowie dessen digitale Übermittlung entlang der Lieferkette durch digitale Dienste wie Catena-X behandelt werden.

3.3.5 Digitale Nachverfolgbarkeit und Produktpässe mit Catena-X

Der ETA empfiehlt der Bundesregierung, eine bessere Nachvollziehbarkeit und Transparenz der Materialzusammensetzung in der automobilen Lieferkette zu fördern und sich für eine internationale Zusammenarbeit einzusetzen (vgl. Rohstoffdeklarierung). Dies reicht von der Materialzusammensetzung bis hin zu Datenzugang für die Analyse des Zustandes von Komponenten und Fahrzeugen. Hier wird v. a. auf bestehende Lösungen wie Catena-X gesetzt und das gesetzliche Rahmenwerk geschaffen, welche ungleiche Wettbewerbsbedingungen ausgleichen. Catena-X bietet verschiedene Anwendungsfälle und Standards an, darunter die Berechnung und Übermittlung eines produktspezifischen CO₂-Fußabdrucks (Catena-X PCF) sowie die Erstellung und Übermittlung digitaler Produktpässe, wie den Batteriepass. Digitale Produktpässe¹³ unterstützen die effiziente Entwicklung der Kreislaufwirtschaft und sollen zu transparenteren Produkten beitragen, zum Beispiel in Bezug auf eingesetzte kritische Rohstoffe.

In Bezug auf internationale Materiallieferketten sollen besonders Materiallieferketten mit einem bedeutenden Emissionsanteil oder Kreislauffähigkeit betrachtet werden. In diesem Zusammenhang spielen insbesondere Abbau, Raffination und Handel von Materialien wie Lithium, Aluminium, Eisen(-erz) und Nickel eine Rolle¹⁴. Dies ist auch für ein hochwertiges Recycling entscheidend, um ein volles Verständnis der Materialien, die in den Verwertungsprozess eingehen, zu bekommen.

3.3.6 Förderung von Forschungsk Kooperationen zwischen Wissenschaft und Industrie

Der ETA empfiehlt der Bundesregierung, Forschungsk Kooperationen zwischen Wissenschaft und Industrie aktiv zu fördern. Die im Rahmen der Arbeit der AHG präsentierten Forschungsprojekte haben gezeigt, dass Forschungsarbeit bereits vor der industriellen Anwendung einen wesentlichen Beitrag zur Kreislaufwirtschaft leisten kann und muss. Dies reicht von materialwissenschaftlichen Erkenntnissen mit Auswirkungen auf die Recyclingprozesse bis hin zur Erschließung von Potenzialen für geringere Materialbedarfe zur Erfüllung technischer Funktionen. Auch die Optimierung des Materialmix und andere Aspekte von Design for Circularity können durch die vorwettbewerbliche Forschung sowie die darauf aufbauende Kooperation mit industriellen Anwendern profitieren. Schließlich haben die präsentierten Projekte gezeigt, dass gerade eine materialstrombezogene, produktübergreifende wissenschaftlichen Analyse erheblich dazu beitragen kann, die Effizienz der Kreislaufwirtschaft zu erhöhen.

3.3.7 Internationale Zusammenarbeit in Bezug auf Fahrzeugströme

Trotz eines Anstiegs der Einfuhr von Fahrzeugen aus Asien, insbesondere China, spielen importierte Gebrauchtfahrzeuge mit hohen Schadstoffemissionen (Euro 3 und schlechter) eine große Rolle in der individuellen Mobilität in vielen afrikanischen Ländern. Die EU diskutiert im Rahmen der ELV-Maßnahmen zur Erschwerung der Ausfuhr von Altfahrzeugen. Geplant ist, die Hürden für den Export von gebrauchten batterieelektrischen Fahrzeugen und Batterien zu erhöhen, um die strategische Resilienz bei kritischen Rohstoffen zu stärken.

Gleichzeitig entwickeln einige afrikanische Staaten Konzepte zur Förderung elektrischer Fahrzeuge, wobei sie auch leistungsfähige gebrauchte Elektrofahrzeuge importieren möchten. Dies könnte einen positiven

¹³ Für weitere Informationen siehe hier: https://expertenkreis-automobilwirtschaft.de/media/pages/home/ac5a1a6b88-1730451921/expertenkreis-transformation-automobilwirtschaft_kurzpapier_digitaler-produktpass_final_20241031.pdf (aufgerufen am 30.01.2025)

¹⁴ Für weitere Informationen siehe hier: https://expertenkreis-automobilwirtschaft.de/media/pages/home/1f60f69fd4-1703152753/expertenkreis-transformation-automobilwirtschaft_kurzpapier_automobile-rohstoffketten_final_20231215.pdf (aufgerufen am 30.01.2025)

Beitrag zum Umweltschutz auf dem afrikanischen Kontinent leisten, jedoch bestehen noch Herausforderungen bei der Infrastruktur und Stromerzeugung.

Der ETA empfiehlt vor diesem Hintergrund, die Auswirkungen auf die Mobilitätsentwicklung in den Empfängermärkten europäischer Altfahrzeuge zu berücksichtigen. Der ETA empfiehlt, eine nachhaltigere Recyclingwirtschaft in afrikanischen Staaten zu fördern, einschließlich der Analyse, wie Recycling außerhalb der EU als Quelle für Materialien in der europäischen Produktion genutzt werden kann. Eine Zusammenarbeit mit dem Umweltprogramm der Vereinten Nationen wird empfohlen.

Über den Expertenkreis

Der Expertenkreis Transformation der Automobilwirtschaft (ETA) ist ein unabhängiges Beratungsgremium des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK). Der Expertenkreis entwickelt ziel- und adressatenorientierte Handlungsempfehlungen an die Politik, die Wirtschaft und die Gesellschaft, mit deren Hilfe der langfristige Strukturwandel der Branche erfolgreich gestaltet werden kann. Übergeordnetes Ziel ist es, Klimaneutralität zu erreichen sowie Wertschöpfung, Arbeits- und Ausbildungsplätze am Automobilstandort Deutschland zu sichern.

Der ETA besteht aus 13 Personen aus Wissenschaft, Wirtschaft und Gesellschaft, die von Bundesminister Dr. Robert Habeck für die 20. Legislaturperiode berufen wurden. Über flexible und agil operierende Arbeitsformate sind weitere Sachverständige sowie relevante Institutionen und Stakeholder in die Arbeit des ETA eingebunden. Die Mitglieder erhalten keine Vergütung oder Aufwandsentschädigung für ihre Mitwirkung im ETA. Der Expertenkreis wird durch eine vom BMWK beauftragte Prozessbegleitung und wissenschaftliche Begleitung unterstützt. Der ETA hat mit dem Expertenbeirat Klimaschutz in der Mobilität (EKM) ein Schwestergremium beim Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV). Beide Gremien sind in die Strategieplattform Transformation der Automobil- und Mobilitätswirtschaft (STAM) der Bundesregierung eingebunden.

Zur Unterstützung des ETA wurde eine entsprechende Ad-hoc-Arbeitsgruppe (AhG Dekarbonisierung) eingerichtet, deren zentrales Thema die Dekarbonisierung der automobilen Wertschöpfungsketten ist. Die Gruppe befasste sich neben Ansätzen zur Quantifizierung und Berichterstattung von Treibhausgasemissionen (THG) über die gesamte Lieferkette hinweg auch mit der Weiterentwicklung der Kreislaufwirtschaft in der Automobilindustrie.

Für die Inhalte ist der ETA verantwortlich. Er entwickelt Stellungnahmen, Positionspapiere und Berichte teilweise in seinen Arbeitsgruppen, berät und beschließt sie anschließend im Plenum und veröffentlicht sie dann in eigener Verantwortung.

IMPRESSUM

VERFASSER: Expertenkreis Transformation der Automobilwirtschaft (ETA), Reinhardtstraße 58, 10117 Berlin | <https://expertenkreis-automobilwirtschaft.de/>

HERAUSGEBER: Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK)