



## Zirkuläre Wirtschaft

Herausforderungen und Chancen  
für den Industriestandort  
Deutschland



Vorwort	05
Konzept der Zirkulären Wirtschaft	06
Potenziale der Zirkulären Wirtschaft für den Industriestandort Deutschland	16
Befähigung der Zirkulären Wirtschaft – Herausforderungen und Best Practices	24
Implikationen für Unternehmen und Politik	39
Ansprechpartner	42

Zirkuläre Wirtschaft wird  
künftig einen zentralen  
Bestandteil der erfolgreichen  
Unternehmensführung  
darstellen.

# Vorwort

Wie lassen sich Wachstum und Ressourcenverbrauch entkoppeln? Und wie kann es gelingen, bisher lineare Geschäftsmodelle weiterzuentwickeln? Mit diesen zentralen Fragen beschäftigt sich das Konzept der Zirkulären Wirtschaft und gewinnt immer stärker an Bedeutung in Politik und Wirtschaft. Es ist zentral für künftige Unternehmenstrategien und zudem Kernelement des Green Deal der Europäischen Union. Zirkuläre Wirtschaft kann einen wichtigen Beitrag zum effizienten Einsatz von Ressourcen und zur Bekämpfung des Klimawandels leisten. Damit ist aber auch klar, dass dieses Modell nicht national isoliert betrachtet werden kann. Schließlich beeinflussen globale Lieferketten und Absatzmärkte die Chancen, einen möglichst geschlossenen Kreislauf herzustellen.

In dieser Studie betrachten wir die Chancen und Herausforderungen der Zirkulären Wirtschaft und zeigen innovative Anwendungsbeispiele, die als Best Practice dienen können. Wie in vielen komplexen Modellen gibt es nicht die eine Lösung, die wie eine Blaupause weltweit in allen Industrien angewendet werden kann und zum gewünschten Ergebnis führt. Auch in der Zirkulären Wirtschaft gibt es Zielkonflikte und Interdependenzen, die austariert werden müssen.

Makroökonomisch führt die Zirkuläre Wirtschaft zu einer höheren Wertschöpfung und mehr Beschäftigung im Inland. Eine zentrale Rolle spielen hier Innovationen in den Geschäftsmodellen und darauf

ausgerichtete Unternehmensstrategien. Die Transformation muss allerdings immer die industrielle Wettbewerbsfähigkeit des Standorts Deutschland berücksichtigen. In diesem Prozess steckt ein enormes Potenzial, Deutschland zum globalen Leitanbieter neuer Technologien zu entwickeln, die eine wirtschaftliche Wiederverwertung von Rohstoffen ermöglichen und die Abhängigkeit von Importen reduzieren.

Neben den Voraussetzungen, die die Wirtschaft mit dem Aufbau von entsprechenden zirkulären Ökosystemen schaffen kann, hängt der Erfolg aber auch entscheidend von den geeigneten politischen Rahmenbedingungen ab. Auch hier wird ein nationaler Rahmen nicht ausreichen. Mit dem Green Deal hat die EU einen großen Schritt getan und in ihrem Aktionsplan „Circular Economy“ zahlreiche konkrete Instrumente vorgeschlagen. Es wird darauf ankommen, die angekündigten Maßnahmen einem Realitätscheck zu unterziehen: Sie sollten einen selbsttragenden Sekundärrohstoffmarkt im EU-Binnenmarkt ermöglichen und die Dynamik der technologischen Entwicklung nutzbar machen. Ein Schlüssel dafür ist Technologieoffenheit.

Unser Dank gilt den Expertinnen und Experten aus Verbänden und Unternehmen, die uns im Rahmen dieser Studie unterstützt haben. Wir hoffen, dass wir damit einen Impuls in Richtung Zirkuläre Wirtschaft geben können.



**Holger Lösch**  
Stellv. Hauptgeschäftsführer BDI



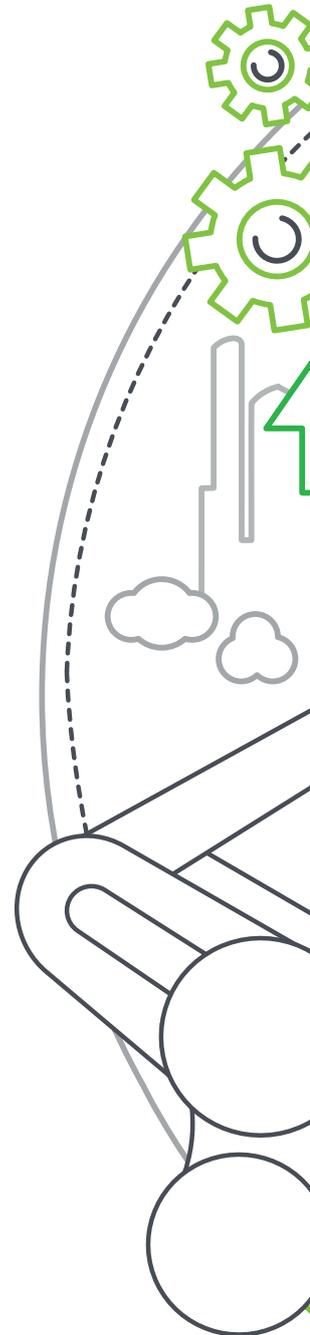
**Dr. Thomas Schiller**  
Managing Partner Clients & Industries,  
Deloitte

# Konzept der Zirkulären Wirtschaft

Die Idee einer Zirkulären Wirtschaft („Circular Economy“) gewinnt in Politik und Wirtschaft an Dynamik. Sie ist eine der Säulen des Green Deal der Europäischen Union und ein wichtiger Ansatz für Ressourceneffizienz und die Bekämpfung des Klimawandels. Insofern wird sich der Trend Richtung Zirkuläre Wirtschaft in den nächsten Jahren weiter verstärken – in Deutschland und Europa, aber auch weltweit.

Welche Anforderungen gilt es dabei zu managen? Welche wirtschaftlichen Gestaltungsmöglichkeiten entwickeln sich daraus? Die vorliegende Studie beleuchtet die Potenziale und Herausforderungen zu diesem Thema. Letztere ergeben sich zum einen aus den technologischen Grenzen der Zirkularität, zum anderen aus der Frage nach der Wirtschaftlichkeit. Die Transformation in Richtung Zirkuläre Wirtschaft wird nur dann gelingen, wenn sie in Einklang mit der industriellen Wettbewerbsfähigkeit des Standorts Deutschland gebracht wird. Makroökonomisch eröffnet sie Chancen für eine höhere Wertschöpfung und mehr Beschäftigung. Die

Substitution importierter durch recycelte Rohstoffe trägt gleichzeitig zur globalen Einsparung von CO<sub>2</sub>-Emissionen bei. Auf der unternehmerischen Ebene entstehen durch eine stärker zirkuläre Wirtschaft neue Innovations- und Geschäftsfelder. Die Studie gibt einen Ausblick auf entsprechende Geschäftsmodelle und beleuchtet Entwicklungspotenziale entlang der Wertschöpfungskette. Die makroökonomischen Effekte werden mithilfe einer modellbasierten Simulation auf Grundlage von Experteneinschätzungen zur Substituierbarkeit der wichtigsten Primär- durch Sekundärrohstoffe aufgezeigt.





### Die wichtigsten Ergebnisse der Analyse im Überblick:

- Eine stärker zirkuläre Wirtschaft hat positive Effekte auf die Wertschöpfung und Beschäftigung in Deutschland. Wir schätzen, dass bis 2030 eine zusätzliche Bruttowertschöpfung von 12 Milliarden Euro pro Jahr erreichbar ist sowie ein Beschäftigungszuwachs von 177.000 Arbeitsplätzen. Damit einher geht eine verringerte Importabhängigkeit bei wichtigen Rohstoffen und Materialien.
- Die Umwelteffekte durch Einsparungen von Rohstoffen sind ebenfalls beträchtlich. Dadurch ergeben sich positive Effekte auf den Ausstoß von Treibhausgasen. Wir schätzen, dass insgesamt 5,5 Millionen Tonnen dieser Emissionen pro Jahr eingespart werden können. Allerdings steht den Einsparungen entlang der globalen Lieferketten ein erhöhter Ausstoß in Deutschland gegenüber, der durch die inländische Wiederaufbereitung von sekundären Rohstoffen entsteht, welche die Importe ersetzt.
- Die Realisierung des makroökonomischen Potenzials erfordert sowohl technologische Innovationen als auch Neuentwicklungen in den unternehmerischen Geschäftsmodellen. Die Innovationsfähigkeit Deutschlands im technologischen Bereich ist im europäischen Vergleich hoch, im globalen Vergleich ist der Abstand zu der Spitzengruppe allerdings groß. Auf unternehmerischer Ebene hat die Zirkuläre Wirtschaft je nach Branche, Geschäftsmodell und Material unterschiedliche Ausprägungen; es zeigt sich aber in der Praxis eine Vielzahl von innovativen Ansätzen.
- Die Herausforderungen, vor denen Unternehmen stehen, betreffen das klare Verständnis der Zirkulären Wirtschaft, die Abkehr vom linearen Geschäftsmodell, Materialrückflüsse, den Aufbau von zirkulären Ökosystemen, die Rolle von CO<sub>2</sub>-Preisen, Digitalisierung und Finanzierungsmöglichkeiten der Zirkulären Wirtschaft sowie das Management von Zielkonflikten.

Die Transformation hin zu einer Zirkulären Wirtschaft hat einen positiven Einfluss auf die nationale Wertschöpfung und Beschäftigung sowie auf die globalen Emissionen.



### Erfordernisse der Zirkulären Wirtschaft

Hierbei handelt es sich um ein Konzept, das sich in manchen Branchen gerade erst entwickelt und noch in vielen Details weitergedacht wird. Eine akademische Studie hat kürzlich 114 verschiedene Definitionen der Zirkulären Wirtschaft analysiert.<sup>1</sup> Im Kern geht es um ein neues Modell, das den linearen Ansatz in der Produktion und im Verbrauch ersetzt, also um eine Abkehr von der einmaligen Nutzung und anschließenden Entsorgung von Gütern mit entsprechend hohem Ressourceneinsatz. In einer linearen Wirtschaft steigt der Ressourcenverbrauch parallel zum Wachstum. Im Gegensatz dazu ist die Grundidee der Zirkulären Wirtschaft, das Wirtschaftswachstum vom Verbrauch primärer Ressourcen (Rohstoffe, Brennstoffe und Biomaterialien) zu entkoppeln. Die Produktion verbraucht deutlich weniger Primärrohstoffe und schont damit die natürlichen Ressourcen.

Die Zirkuläre Wirtschaft verfolgt mehrere Ziele. Zum einen soll der Anteil verwendeter Primärrohstoffe sinken, indem diese mit

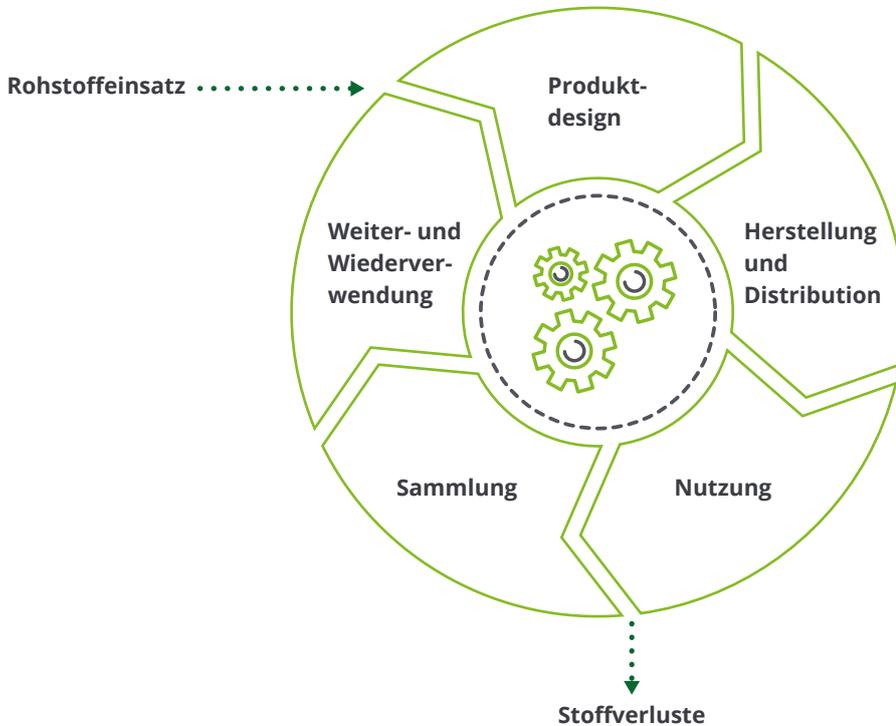
Recyclingrohstoffen (Sekundärrohstoffen) substituiert werden. Zum anderen sollen sich die Nutzungsdauer von Produkten und damit ihre Lebensdauer verlängern. Die Zirkuläre Wirtschaft geht deutlich über die Kreislaufwirtschaft hinaus, die sich auf den Aspekt des Recyclings konzentriert. Stattdessen nimmt sie den gesamten Lebenszyklus von Rohstoffen und Produkten in den Blick. In einer perfekten Zirkulären Wirtschaft würden alle Abfälle, Abwässer und Materialien in geschlossenen Stoffkreisläufen verbleiben. Dies dürfte aufgrund der unvermeidlichen technologischen und stofflichen Beschränkungen auf systemimmanente Grenzen allerdings ein unerreichbares Ziel bleiben und nur näherungsweise realisierbar sein.

Der Fokus auf den gesamten Lebenszyklus erfordert einen neuen Ansatz für dessen wesentliche Stufen – Design, Produktion, Nutzung und Wiederverwendung von Produkten. In einer Zirkulären Wirtschaft werden Produkte – und damit die Rohstoffe – idealerweise bereits bei ihrer Planung und Konstruktion für eine möglichst lange

Lebensdauer, Wiederverwendung und Recycling ausgelegt. Die Nutzung sollte möglichst effizient sein, beispielsweise durch Sharing-Economy-Ansätze. Am Ende ihrer Lebensdauer sollten die Produkte wiederverwendet oder nachgerüstet beziehungsweise möglichst einfach in den (Roh-)Stoffkreislauf zurückgeführt werden können. Damit erfordert der Weg in eine Zirkuläre Wirtschaft ein daran angepasstes Design von Produkt- und Dienstleistungssystemen.

In einer schematischen Darstellung umfasst die Zirkuläre Wirtschaft sechs Phasen entlang des Produktlebenszyklus beziehungsweise des Wertschöpfungskreisles (siehe Abbildung 1).

**Abb. 1 – Schematische Darstellung der Zirkulären Wirtschaft**



**1. Rohstoffeinsatz**

Möglichst geringer Einsatz von primären Rohstoffen (und Energie) (zum Beispiel Substitution von Primär- durch Sekundärmetalle, Einsatz von biogenen Rohstoffen oder erneuerbaren Energien)

**2. Produktdesign**

Berücksichtigung der Langlebigkeit, Wiederaufbereitung, Reparierbarkeit und Abfallvermeidung bei Design und Konstruktion eines Produktes (zum Beispiel Elektronikgeräte mit leicht austauschbaren Akkus oder Leichtbau)

**3. Herstellung und Distribution**

Optimierung der Material- (und Energie-)Effizienz bei Herstellung, Lagerung und Transport (zum Beispiel Mehrwegverpackungen oder Online-Portale, die Distributionslogistik inklusive klimaneutraler Bereitstellung multimodal optimieren)

**4. Nutzung**

Fokus auf längere und häufigere Nutzung der Produkte (zum Beispiel Car-Sharing in der Automobilindustrie oder „das zweite Leben“ von Antriebsbatterien als stationäre Energiespeicher)

**5. Sammlung**

Sortierung und Zuführung zu einer (roh-)stofflichen Wiederverwendung (zum Beispiel Textilrecycling, Recycling von PET-Flaschen oder Rücknahme von Elektronikgeräten)

**6. Weiter- und Wiederverwendung**

(Wieder-)Einspeisung in den Wirtschaftskreislauf (zum Beispiel Einschmelzen von gemischten Kunststoffabfällen zu neuen Kunststoffrohstoffen oder Batterie-recycling)

**7. Stoffverluste**

Ausschleusung von Reststoffen, deren Recycling technisch nicht möglich oder ökonomisch nicht sinnvoll ist

Die Wertschöpfungskreise der Zirkulären Wirtschaft können lokal oder regionenübergreifend ausgestaltet werden. Für unterschiedliche Stoffströme und Produkte sind auch unterschiedlich große Wertschöpfungskreise in einem zirkulären System notwendig beziehungsweise sinnvoll.

### Zirkuläre Wirtschaft und die Nachfrage nach Rohstoffen

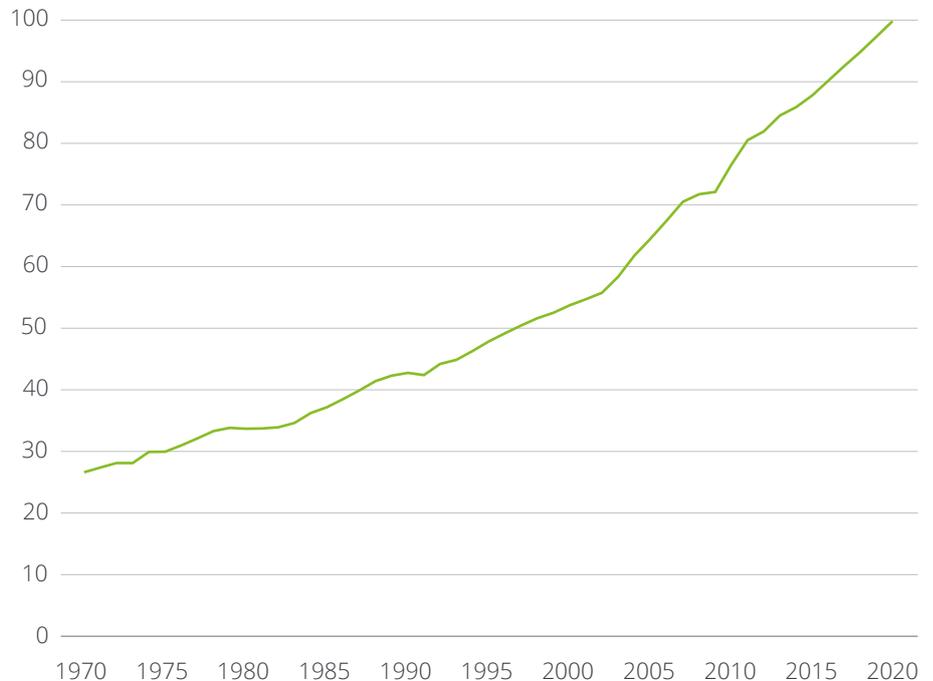
Der weltweite Rohstoffverbrauch und seine vielfältigen Implikationen für Umwelt, Versorgungssicherheit und Lieferketten gehören zu den Haupttreibern der Zirkulären Wirtschaft. Gleichzeitig verstärken die technologischen Entwicklungen in der Mobilität, bei der Dekarbonisierung energieintensiver Industrien und die fortschreitende Digitalisierung die Nachfrage unter anderem nach Batteriemetallen, Seltenen Erden, Kupfer, Aluminium und Silizium.

In den letzten 50 Jahren ist der weltweite Ressourcenbedarf stetig gestiegen und hat sich von 25 auf über 100 Milliarden Tonnen pro Jahr vervierfacht (siehe Abbildung 2). Das Wachstum der Weltwirtschaft spiegelt sich damit im Rohstoffverbrauch noch deutlicher wider als im Energieverbrauch. Prognosen gehen davon aus, dass sich der globale Rohstoffbedarf bei unveränderten Rahmenbedingungen bis 2050 im Vergleich zum Jahr 2000 verdreifachen wird.<sup>3</sup>

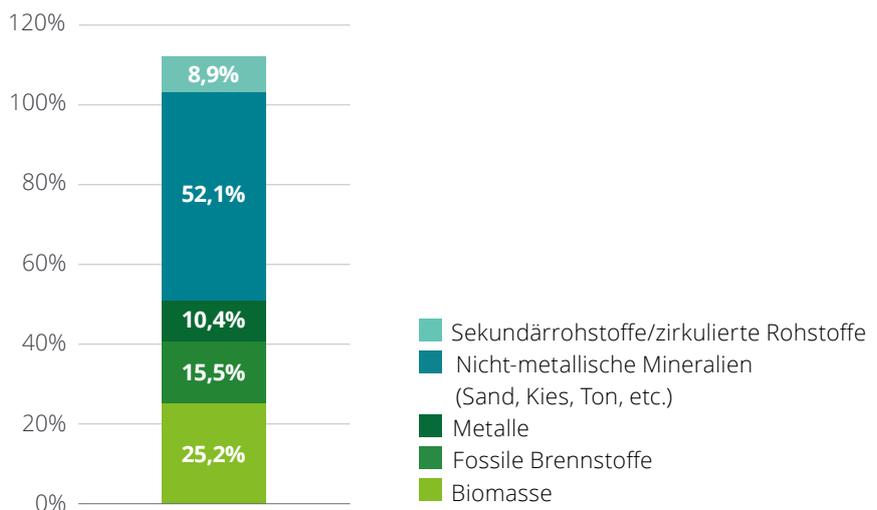
Bei den genutzten Ressourcen handelt es sich zu 40 Prozent um fossile oder biogene Brennstoffe und zu 60 Prozent um mineralische oder organische Rohstoffe (siehe Abbildung 3).

Bisher wird nur ein eher kleiner Teil der Ressourcen wiederverwendet und in wirtschaftliche Kreisläufe zurückgeführt. In Deutschland sind es im Durchschnitt 12 Prozent, in Europa sowie weltweit liegt die Wiederverwertungsquote bei 9 Prozent. Dementsprechend werden damit heute 91 Prozent der Rohstoffe direkt aus der Erde entnommen. Je nach Rohstoffart sind die heutigen Recyclingquoten sehr unterschiedlich. Metalle lassen sich beispielsweise sehr viel leichter wiederverwenden als Polymere.<sup>5</sup>

**Abb. 2 – Globale Ressourcenextraktion (Gt)<sup>2</sup> von 1970 bis 2020. Hochrechnung der Daten von 2017 bis 2020**



**Abb. 3 – Globale Ressourcenextraktion (Gt).<sup>4</sup> Hochrechnung der Daten von 2017 bis 2020**



### Weg in Richtung Zirkuläre Wirtschaft

Die Zirkuläre Wirtschaft verspricht in mehrfacher Hinsicht Vorteile.

- Ökonomisch lassen sich die Rohstoffnachfrage decken und die Importabhängigkeit verringern. Wenn weniger Rohstoffe importiert, dafür aber Sekundärrohstoffe lokal aufbereitet werden, steigt die inländische Bruttowertschöpfung. Damit einher geht allerdings eine Verringerung der Wirtschaftsleistung in den bisherigen Lieferländern.
- Ökologisch führt dies zu einem geringeren Ressourceneinsatz und zu potenziell geringeren Emissionen. Dabei ist zu beachten, dass auch Transporte und Rezyklierungsprozesse Energie und teilweise neue Rohstoffe wie Additive und Zusatzstoffe benötigen. Das steigende Umweltbewusstsein der Konsumenten begünstigt die Entwicklung der Zirkulären Wirtschaft.
- Neue Innovationsmöglichkeiten, die durch die Zirkuläre Wirtschaft eröffnet werden, bieten Raum für neue Geschäftsmodelle. Die zunehmende Digitalisierung der Lieferketten und der Logistik kann beispielsweise das Abfallmanagement optimieren, während Predictive Analytics Schwachstellen in der Lieferkette erkennen und den Ressourceneinsatz minimieren kann. In diesem Bereich weist Deutschland eine hohe Innovationsfähigkeit auf, wie Kapitel 2 zeigt.

Gleichzeitig ändern sich die politischen Rahmenbedingungen, um eine Zirkuläre Wirtschaft zu fördern, sowohl auf deutscher wie auch auf europäischer Ebene (siehe Exkurs). Abbildung 4 zeigt zudem mit einer Auswahl von europäischen und internationalen Regularien die stetig steigenden Anforderungen an Unternehmen auf.

# Die Zirkuläre Wirtschaft birgt ökonomische und ökologische Vorteile und eröffnet neue Innovationsmöglichkeiten.



## Exkurs

### **Der europäische Rechtsrahmen rund um die Zirkuläre Wirtschaft**

Bislang gibt es weder in Deutschland noch auf EU-Ebene einen vollumfänglichen institutionellen Rahmen, der eine Zirkuläre Wirtschaft regulatorisch unterstützt. Als zentraler Pfeiler des European Green Deal und der EU-Taxonomie wird die Zirkuläre Wirtschaft in den nächsten Jahren vorangetrieben. Der momentane Rahmen umfasst folgende Elemente:

#### **EU Green Deal**

Die Weiterentwicklung der europäischen Circular Economy ist eine zentrale Säule des Green Deal der Europäischen Kommission mit dem übergeordneten Ziel, Europa bis 2050 klimaneutral zu machen. Erste Gesetzesvorschläge umfassen die Verringerung der Abfalldeponierung und die Verbesserung der Wiederverwertbarkeit von Abfallströmen. Mehrere EU-Richtlinien setzen den Rahmen für die Bereiche Verpackungsabfälle, Abfalldeponien, Elektro- und Elektronik-Altgeräte, Altfahrzeuge und Batterien. Deutschland hat die EU-Richtlinien bereits in nationales Recht umgesetzt. Der Schwerpunkt liegt auf den Bereichen Kunststoffe und Verpackungsabfälle.

#### **Aktionsplan Circular Economy (2015, erneuert 2020)**

2020 hat die Europäische Kommission einen neuen Aktionsplan für die Circular Economy vorgestellt. Dieser umfasst sieben Handlungsfelder mit 35 Maßnahmen für den gesamten Lebenszyklus von Produkten (darunter legislative Maßnahmen, Verschärfungen bestehender Gesetze, Mindeststandards und Zielvorgaben), die

innerhalb von drei Jahren umgesetzt werden sollen. Der Aktionsplan setzt ambitionierte Ziele für das Recycling und die Verringerung der Deponierungsquoten, allerdings weniger für den Primärrohstoffbedarf. Das wäre der nächste Schritt, um den europäischen Materialfußabdruck zu senken.<sup>6</sup>

#### **EU-Taxonomie-Verordnung (2020)**

Die EU-Taxonomie-Verordnung 2020/852 definiert erstmals auf europäischer Ebene, welche Wirtschaftsaktivitäten als ökologisch nachhaltig gelten. Diese müssen einen signifikanten Beitrag zu einem der sechs definierten Umweltziele leisten. Eines davon ist der „Übergang zu einer Kreislaufwirtschaft“. Ökologisch nachhaltige Wirtschaftsaktivitäten sollten demnach eine Reduktion des Verbrauchs natürlicher Ressourcen berücksichtigen – sei es durch die Produktgestaltung, eine geeignete Materialauswahl oder erleichterte Demontage.

#### **EU-Ökodesign-Richtlinie (2009)**

Die EU-Richtlinie 2009/125/EG enthält Mindestanforderungen an das umweltgerechte Design energieverbrauchsrelevanter Produkte. Neben höherer Energieeffizienz rückt das Produktdesign (Reparierbarkeit, Langlebigkeit, Nachrüstbarkeit und Rezyklierbarkeit) in den Fokus. Die Richtlinie wird durch das Energieverbrauchsrelevante-Produkte-Gesetz (EVPG) in deutsches Recht umgesetzt. Das erklärte Ziel ist, Energieverbrauch, Materialaufwand und Umweltbelastung zu reduzieren.

**Abb. 4 – Darstellung regulatorischer Anforderungen im Zeitraum 2009 bis 2022**



Die Transformation in Richtung Zirkuläre Wirtschaft stellt die Unternehmen vor allem in folgenden Bereichen vor Herausforderungen.

- **Wettbewerbsfähigkeit:** Die Umstellung von Produktionsabläufen, die Einführung neuer Materialien und potenziell höhere Preise für Sekundärrohstoffe sind mit steigenden Kosten verbunden. Aktuell sind viele zirkuläre Produkte noch nicht wettbewerbsfähig, da Primär- im Vergleich zu Sekundärrohstoffen häufig günstiger sind. Zudem erfordert die Umstellung auf zirkuläre Geschäftsmodelle hohe initiale Investitionen. Dies führt zu höheren Preisen für den Endkunden und erschwert somit die Akzeptanz solcher Produkte.<sup>7</sup> Ein weiteres Hindernis ist die mangelnde Finanzierung beziehungsweise sind fehlende Anreize zur Finanzierung zirkulärer Geschäftsmodelle, sowohl im öffentlichen als auch im privaten Sektor.<sup>8</sup>
- **Technologisch-physikalische Grenzen:** Die Aufbereitung von Sekundärrohstoffen kann höhere wirtschaftliche und gegebenenfalls sogar höhere energetische Aufwände verursachen als die Primärrohstoffgewinnung. Es gilt daher, im Einzelfall zwischen Energie- und Materialeinsatz einerseits und Rückgewinnung aus niedrig konzentrierten Stoffströmen andererseits abzuwägen. Zudem sind viele in Deutschland gefertigte Produkte für den weltweiten Export bestimmt, was die Schließung von Stoffkreisläufen erschwert. All dies stellt viele Produktionszweige vor Zielkonflikte. Auch fehlen häufig Standards und Normen für die Qualitäts- und Materialeigenschaften der Sekundärrohstoffe, um die gewünschten Leistungseigenschaften der Rezyklate zu garantieren. Bei einigen Materialien, wie beispielsweise Papier oder Kunststoffen, führt jeder zusätzliche

Rückgewinnungszyklus zu Materialeigenschaftsverlusten und womöglich zu einer Anreicherung von unerwünschten Begleitprodukten. Die verbesserte Leistung eines Produktes geht in vielen Fällen einher mit einer zunehmenden Rohstoffkomplexität im Produktdesign. Die Zerlegbarkeit oder Rückführbarkeit dieser Produkte in ihre Ausgangsmaterialien wird dadurch häufig erschwert.

- **Regulatorisch:** Der regulatorische Rahmen ändert sich: Steigende CO<sub>2</sub>-Preise (EU-ETS) und regulatorisch geförderte grüne Investitionen können perspektivisch bessere Wettbewerbsbedingungen für die Zirkuläre Wirtschaft schaffen. Allerdings gibt es auch regulatorische Hemmnisse, die einer Korrektur bedürfen – sei es im Abfallrecht, beim Einsatz von Chemikalien oder beim Nachproduzieren von Ersatzteilen. Hinzu kommen regulatorische Zielkonflikte. Die aus nachvollziehbaren Gründen strengen Hygienevorschriften für Lebensmittelverpackungen unterstützen beispielsweise nicht das gleichzeitige Bestreben, den Einsatz von Sekundärrohstoffen zu erhöhen. Eine vergleichsweise hohe Besteuerung von Arbeit im Gegensatz zum Einsatz neuer Rohstoffe führt besonders in Deutschland zu hohen Kosten für die bislang häufig arbeitsintensiven Geschäftsmodelle der Zirkulären Wirtschaft. Das ist beispielsweise in der Wiederaufbereitung von Produkten der Fall.
- **Zielkonflikte:** Die Ziele der Zirkulären Wirtschaft, nämlich eine höhere Stoffintensität, eine bessere stoffliche Nutzung und Wiederverwertung, sind häufig kongruent mit den Zielen einer höheren Energieeffizienz und dem Einsatz erneuerbarer Energien. Allerdings können sich auch Konflikte zwischen diesen und weiteren umweltpolitischen Zielen ergeben. Diese seien kurz am Beispiel

Automobil erläutert. Eine Antriebsbatterie hat zwar geringere Emissionen in der Nutzungsphase, aber einen höheren Energie- und Rohstoffeinsatz in der Herstellung. Synthetische Kraftstoffe haben zwar einen geringeren Emissions- und Rohstofffußabdruck in der Herstellung, da Abfall-CO<sub>2</sub> als Rohstoff verwendet wird, aber benötigen sehr viel Energie zur Herstellung. Bio-Kraftstoffe besitzen zwar einen CO<sub>2</sub>-Bonus bei ihrer Herstellung aus nachwachsenden Rohstoffen, den sie aber häufig durch ein schlechteres Emissionsverhalten bei der Verbrennung, einen hohen Einsatz von landwirtschaftlicher Nutzfläche und durch lange Transportwege teils wieder verlieren. Es gilt also immer, die Energie- und Rohstoffeffizienz und die Relation zwischen Energie- und Rohstoffeinsatz mit den unerwünschten Emissionen in Luft, Wasser, Boden und anderen Umwelt- und Gesellschaftseffekten abzuwägen.

Trotz dieser Herausforderungen ist es nicht nur dringend geboten, sondern auch langfristig vielversprechend, das Potenzial der Zirkulären Wirtschaft zu heben. Eine Vielzahl bereits existierender Geschäftsmodelle und sonstiger Innovationen kann diese Entwicklung beschleunigen. Das folgende Kapitel setzt sich mit der Position Deutschlands in der Zirkulären Wirtschaft auseinander und schätzt das Potenzial ab, das sich makroökonomisch aus einem höheren Maß an Zirkularität ergibt.

# Potenziale der Zirkulären Wirtschaft für den Industriestandort Deutschland

Die Zirkuläre Wirtschaft steht noch am Anfang. Entsprechend liegen Abschätzungen zu ihren volkswirtschaftlichen Effekten erst in Ansätzen vor. Ein klareres Bild entsteht mithilfe der für diese Studie durchgeführten makroökonomischen Potenzialanalysen, die die Auswirkungen auf Wertschöpfung, Beschäftigung, Importabhängigkeit, Ressourcenverbrauch und Treibhausgase in den Fokus nehmen. Diese Analyse setzt methodisch auf zwei Grundlagen auf.

In einem ersten Schritt wurden ausgewählte Experten<sup>9</sup> aus Verbänden und Unternehmen mittels eines Online-Surveys befragt, wie hoch sie das Substitutionspotenzial der wichtigsten Primärrohstoffe durch rezyklierte Sekundärrohstoffe bis 2030 einschätzen. Die

ermittelten Werte wurden in einem zweiten Schritt in ein globales makroökonomisches Input-Output-Modell eingespeist, um zu simulieren, welche makroökonomischen Effekte, aber auch welche Effekte auf Rohstoffverbräuche und Emissionen zu erwarten sind.





### Vorgehensweise und Annahmen der makroökonomischen Potenzialanalyse

- Die Input-Output-Rechnung ist ein Teil der volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung. Sie stellt die Verflechtung der Sektoren einer Volkswirtschaft (163 in diesem Modell) in monetären Einheiten dar und erlaubt die Analyse von Wechselwirkungen zwischen Sektoren sowohl im In- als auch im Ausland.
- Für die vorliegende Input-Output-Analyse wurde den Experteneinschätzungen folgend das Einsatzverhältnis der Sektoren für Primär- und Sekundärrohstoffe variiert. Grundlage dafür war ein erweitertes Input-Output-Modell (EXIOBASE). Weitergehend wurden die Emissionen auf sektoraler Ebene ebenfalls mittels des EXIOBASE-Modells ermittelt.

- Der Fokus der Analyse liegt auf der Substitution von Primär- durch Sekundärrohstoffe und berücksichtigt keine weiteren Aspekte der Zirkulären Wirtschaft, insbesondere geringeren Materialeinsatz und längere Lebensdauer.
- Modellannahmen: gleiche Preise für jeweilige Primär- und Sekundärrohstoffe, Substitution der verringerten Importe durch in Deutschland recycelte Sekundärrohstoffe.<sup>10</sup>

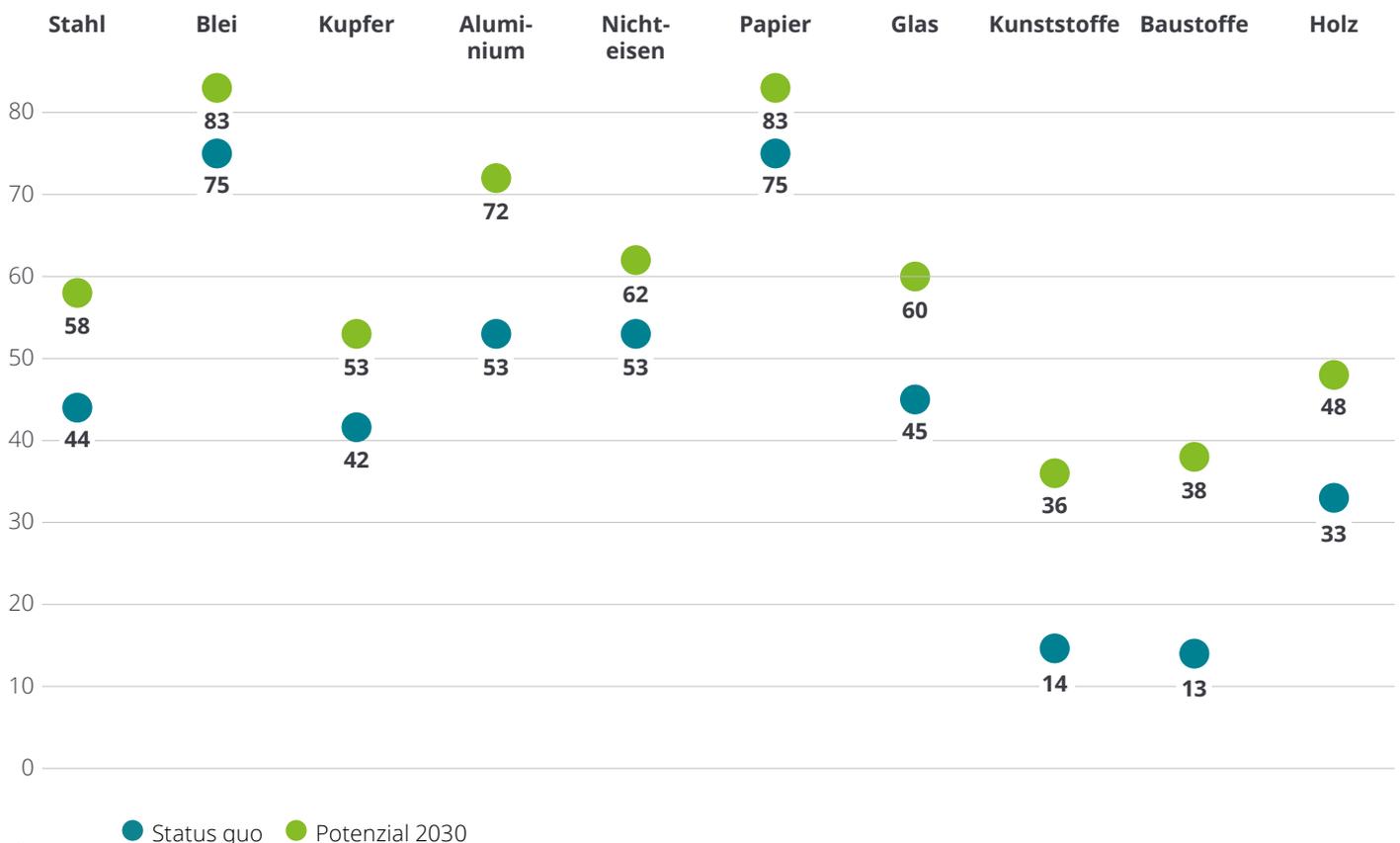
### Experteneinschätzung zur Substituierbarkeit von Rohstoffen

Im Rahmen der Studie werden zehn Rohstoffe betrachtet, die für den Großteil des durch die Produktion in Deutschland induzierten Rohstoffverbrauchs verantwortlich sind. Dazu gehören Stahl, Blei, Kupfer, Aluminium, sonstige Nichteisenmetalle, Papier, Glas, Kunststoffe, Baustoffe und Holz. Offensichtlich unterscheidet sich die Möglichkeit erheblich, diese durch Sekundärrohstoffe zu ersetzen, ebenso wie der heutige Einsatz

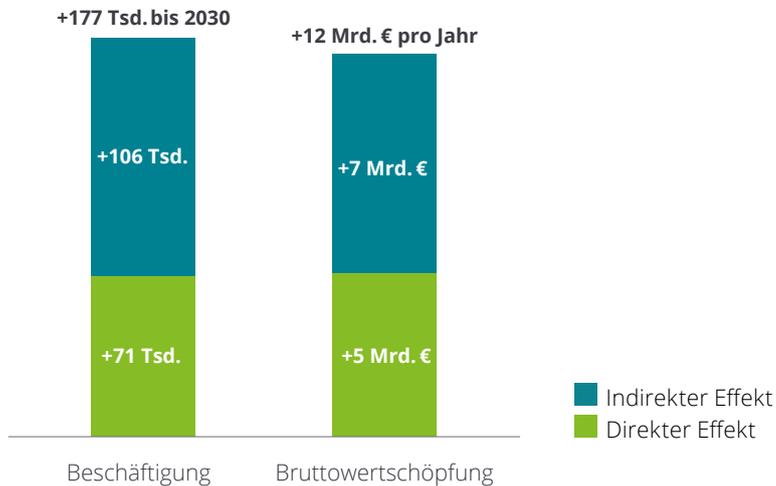
von Sekundärrohstoffen. Dies liegt an technologischen, aber auch an den ökonomischen Grenzen der Substituierbarkeit.

Um ein realistisches Bild der Möglichkeiten der Substituierbarkeit in einer längerfristigen Perspektive zu erhalten, haben die befragten Verbandsexperten eine untere und eine obere Grenze der Substituierbarkeit für die einzelnen Rohstoffe bis 2030 angegeben. Da der Fokus auf dem Potenzial der Zirkulären Wirtschaft liegt, basieren die Schätzungen des makroökonomischen Potenzials auf dem Durchschnitt der oberen Grenze. Abbildung 5 zeigt die heutige statistische Substitutionsquote für die einzelnen Rohstoffe, also das Verhältnis der sekundären Rohstoffe zum gesamten Rohstoffverbrauch, sowie die obere Grenze der möglichen Substituierbarkeit bis 2030 laut der Expertenschätzung. Demnach könnte bis 2030 die Substitutionsquote beispielsweise bei Stahl von 44 auf 58 Prozent steigen und bei Aluminium von 53 auf 72 Prozent.

**Abb. 5 – Einsatzquoten von Sekundärrohstoffen in Deutschland (in Prozent)<sup>11</sup>. Wesentliche Stoffarten heute und im Szenario 2030**



**Abb. 6 – Makroökonomische Effekte einer stärker Zirkulären Wirtschaft in Deutschland (Nettoeffekt)<sup>12</sup>**



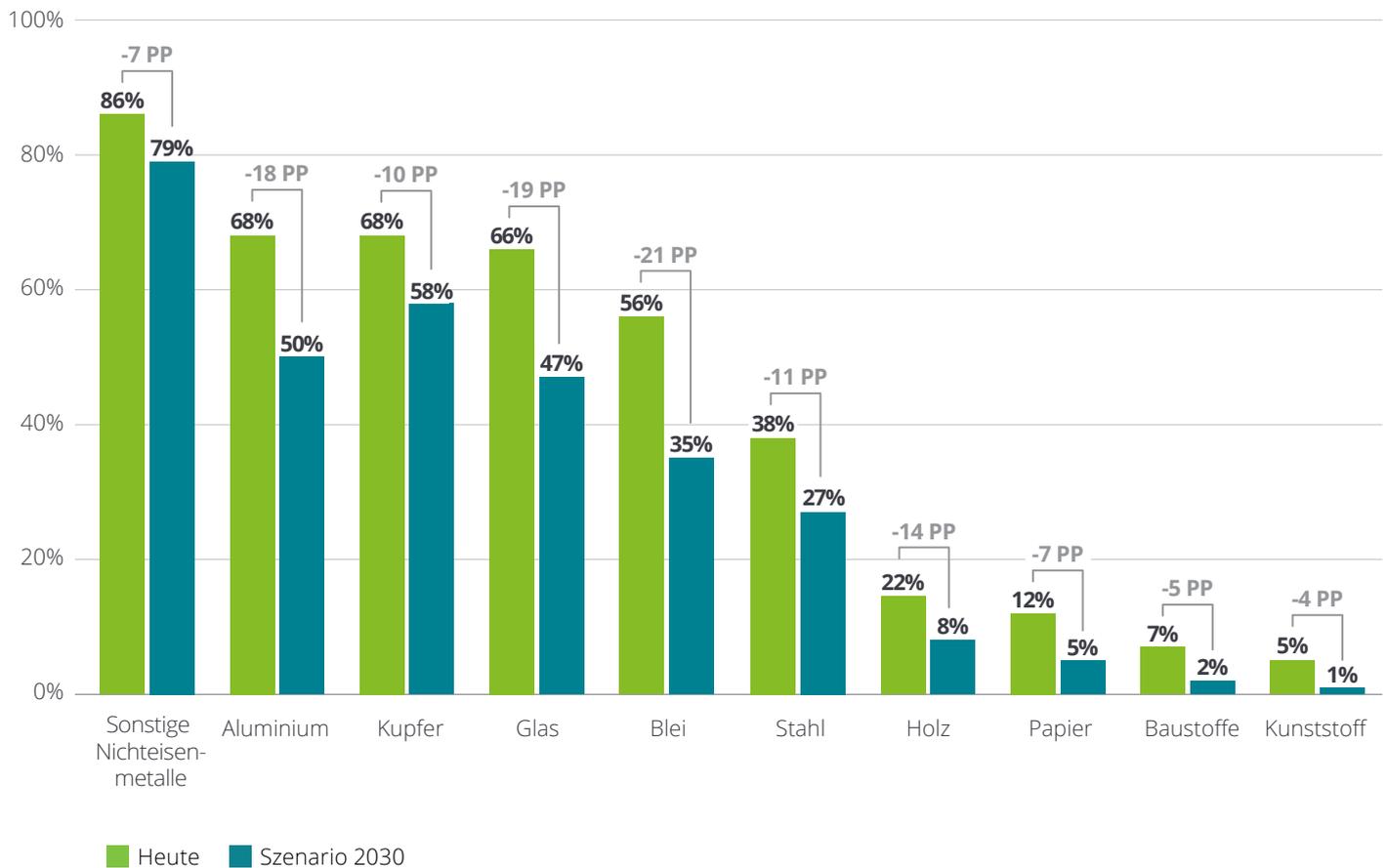
### Makroökonomische Chancen der Zirkulären Wirtschaft für Deutschland

Die volkswirtschaftlichen Effekte, die eine solche Umstellung nach sich zieht, sind substantiell (siehe Abbildung 6). Die Bruttowertschöpfung in der deutschen Wirtschaft würde um circa 12 Milliarden Euro steigen. Dabei müssen direkte und indirekte Effekte unterschieden werden. Erstere betragen fünf Milliarden Euro und umfassen die erhöhte Wertschöpfung in den Recyclingindustrien. Die indirekten Effekte betragen sieben Milliarden Euro und beziehen sich auf vor- und nachgelagerte Branchen, wie zum Beispiel den Einfluss einer erhöhten Nachfrage nach Transportdienstleistungen. Die Effekte auf die Bruttowertschöpfung sind dabei nicht einmalig, sondern fallen jedes Jahr aufs Neue an. Schließlich werden Importe permanent ersetzt.

Die erhöhte Wertschöpfung in Deutschland hat auch Effekte auf die inländische Beschäftigung. Die Umstellung würde zu rund 180.000 zusätzlichen Arbeitsplätzen in Deutschland führen. Auch hier müssen direkte und indirekte Effekte unterschieden werden. Letztere haben sogar einen größeren Anteil.

Sowohl bei der Bruttowertschöpfung als auch bei der Beschäftigung handelt es sich um Nettoeffekte für Deutschland. Eventuell wegfallende Wertschöpfung und Beschäftigung, die sich durch die Verschiebung von Importen hin zu Aufbereitung ergeben, sind berücksichtigt. Der Effekt wäre sogar noch höher, wenn sogenannte induzierte Effekte berücksichtigt werden, die die zusätzliche Kaufkraft der neuen Beschäftigung einbeziehen.

**Abb. 7 – Importquoten von Primärrohstoffen in Deutschland nach Stoffströmen heute und im Szenario 2030<sup>13</sup>**



Gleichzeitig wird die deutsche Wirtschaft je nach dem Substitutionspotenzial der einzelnen Rohstoffe weniger importabhängig. Dieser Effekt ist bei einigen Rohstoffen erheblich. Für Aluminium, Glas und Blei sinkt die Importabhängigkeit jeweils um circa 20 Prozentpunkte.<sup>14</sup> Bei Rohstoffen wie Holz, Papier, Baustoffen und Kunststoffen, bei denen die Importe eine vergleichsweise geringe Rolle spielen, kann die Abhängigkeit auf die Hälfte reduziert werden, in manchen Fällen sogar um mehr als zwei Drittel (siehe Abbildung 7).

Insofern sind die makroökonomischen Effekte insgesamt positiv, eine stärker zirkuläre Wirtschaft steigert Wertschöpfung und Beschäftigung und senkt die Importabhängigkeit. Letzteres ändert nichts daran, dass weiterhin Rohstoffe importiert werden müssen. Eine völlige Entkopplung von Wirtschaftswachstum und Ressourcen ist angesichts der technologischen Grenzen in absehbarer Zukunft nicht möglich. Allerdings werden die Rohstoffe besser und mehrfach verwertet, sodass ein höherer Anteil in Deutschland

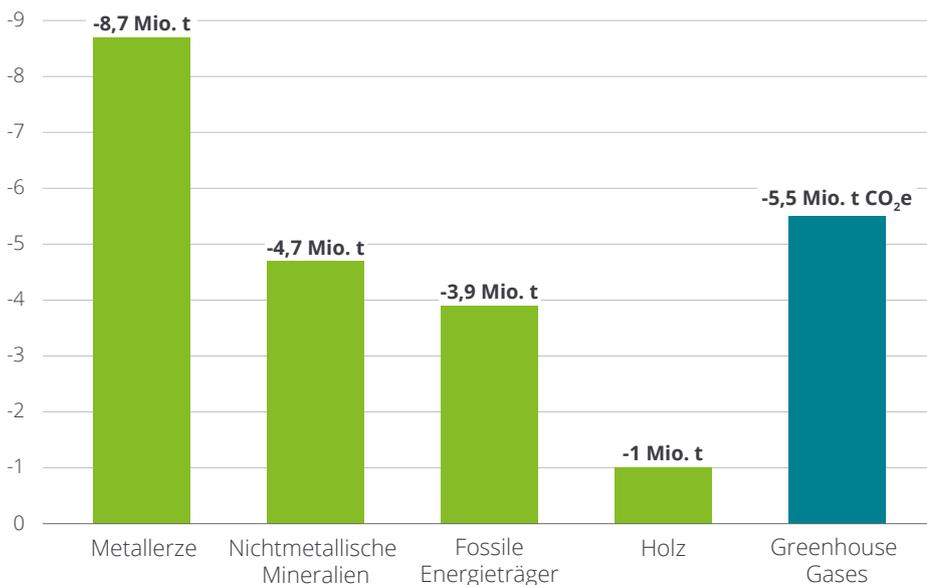
hergestellt wird und insgesamt weniger Rohstoffimporte benötigt werden. Dies hat auch positive Auswirkungen auf den Rohstoffverbrauch und den Ausstoß von Treibhausgasen insgesamt.

**Ökologische Effekte einer stärker zirkulären Wirtschaft**

Eine höhere Wiederverwendung sekundärer Ressourcen verringert den primären Ressourcenverbrauch und die damit verbundenen Importe. Auch diese Effekte lassen sich mit der Input-Output-Analyse abbilden. Dabei wird ein beträchtlicher jährlicher Rückgang deutlich. Abbildung 8 zeigt, dass der Ressourcenverbrauch je nach Rohstoffgruppe zwischen 8,7 Millionen Tonnen (Metallerze) und 1 Million Tonnen (Holz) abnimmt. Genauso wichtig ist

der Effekt auf den Ausstoß von Treibhausgasen. Weniger Rohstoffimporte bedeuten in der Regel auch weniger CO<sub>2</sub>-Emissionen, die unter anderem durch den Abbau und den Transport der Rohstoffe entstehen. Eine Zirkuläre Wirtschaft kann damit die Treibhausgasemissionen merklich senken. Die Nettoeinsparung in diesem Modell beträgt 5,5 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>e pro Jahr.<sup>15</sup>

**Abb. 8 – Verminderter Primärrohstoffbedarf und Emissionsminderung durch eine Zirkuläre Wirtschaft in Deutschland (pro Jahr)<sup>16</sup>**



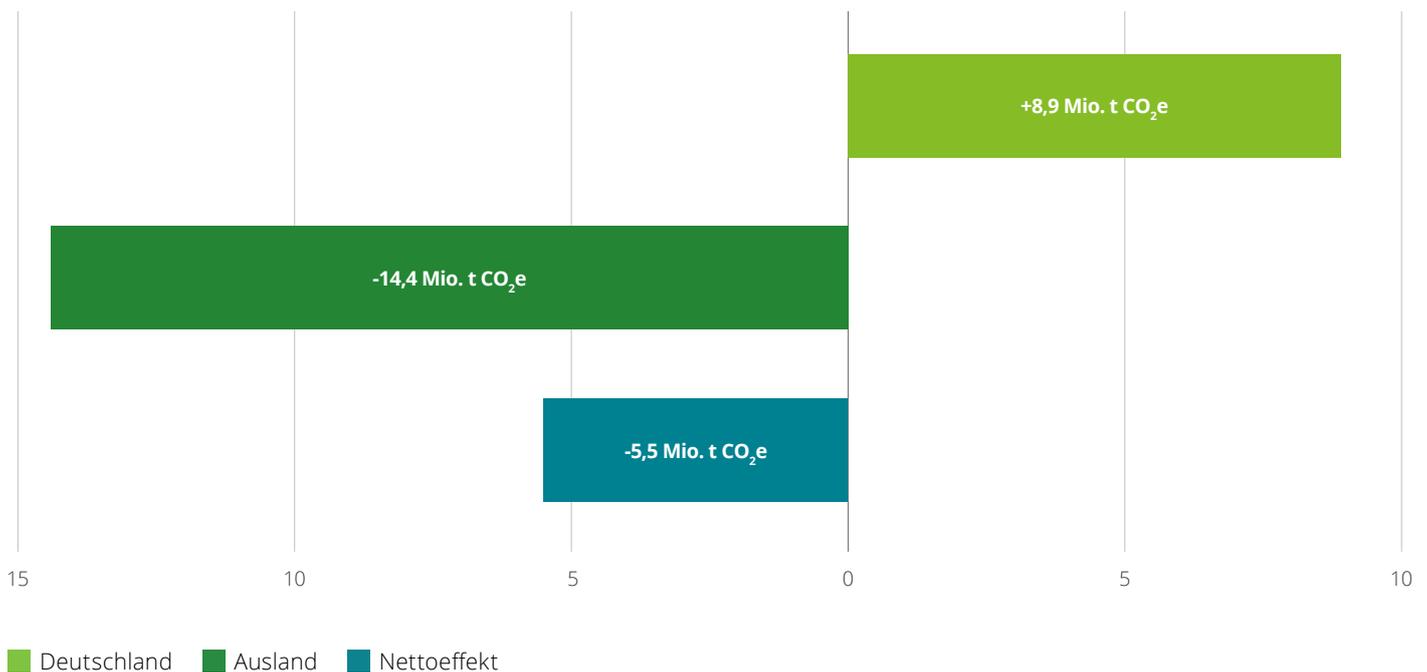
In einer rein nationalen Betrachtung hat die positive Netto-Treibhausgasbilanz allerdings auch eine Kehrseite (siehe Abbildung 9). Die Einsparungen kommen in der gesamten Lieferkette zustande, beispielsweise, indem weniger Metallerze oder Mineralien im Ausland abgebaut und nach Deutschland gebracht werden. In diesem Modell beträgt dieser Effekt 14,4 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>e. In Deutschland finden aber durch die stärker zirkuläre Wirtschaft mehr Recycling und Aufbereitung statt, womit die Treibhausgasemissionen um fast 9 Millionen Tonnen steigen. Im Hin-

blick auf die Treibhausgasemissionen sehen wir damit einen positiven Netto-Gesamteffekt. Die Senkung der Treibhausgasemissionen ist im globalen Kontext deutlich höher als die zusätzlichen Emissionen in Deutschland. Für die Betrachtung rein nationaler Klimaziele stellt sich dieser Zusammenhang allerdings als nachteilig für die Landesbilanz dar. Für die globale Emissionsbilanz zeigt sich jedoch ein enormer positiver Effekt.

Die Ergebnisse des makroökonomischen Modells zeigen bereits, welch enormes

Potenzial in der Transformation zur Zirkulären Wirtschaft steckt. Wie diese Transformation gelingen kann und welche Herausforderungen sich für Unternehmen dabei ergeben, wird im folgenden Kapitel aufgezeigt.

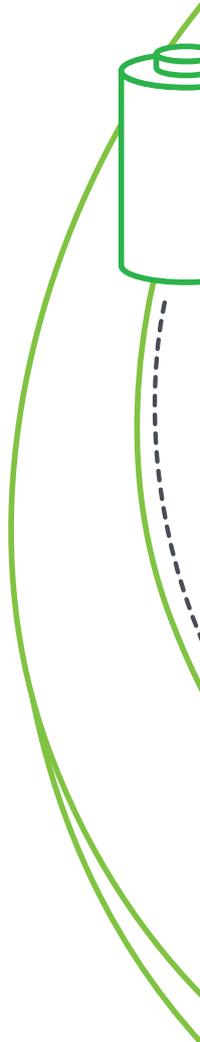
**Abb. 9 – Umwelteffekte einer stärker zirkulären Wirtschaft pro Jahr nach Region: Treibhausgase<sup>17</sup>**



Die Zirkuläre Wirtschaft  
führt zu positiven  
Wertschöpfungs- und  
Beschäftigungseffekten für  
den Standort Deutschland.

# Befähigung der Zirkulären Wirtschaft – Herausforderungen und Best Practices

Technologische und unternehmerische Innovationen sind ein zentraler Hebel dafür, die Komplexität der Zirkulären Wirtschaft beherrschbar zu machen und diese im Markt einzuführen. Zum einen geht es um neuartige Technologien, zum anderen sind Innovationen in den Organisationen beziehungsweise in ihren Geschäftsmodellen notwendig. Beide Felder sind Voraussetzung dafür, dass Unternehmen die Herausforderungen auf dem Weg zu mehr Zirkularität erfolgreich meistern und die Transformation gelingt.



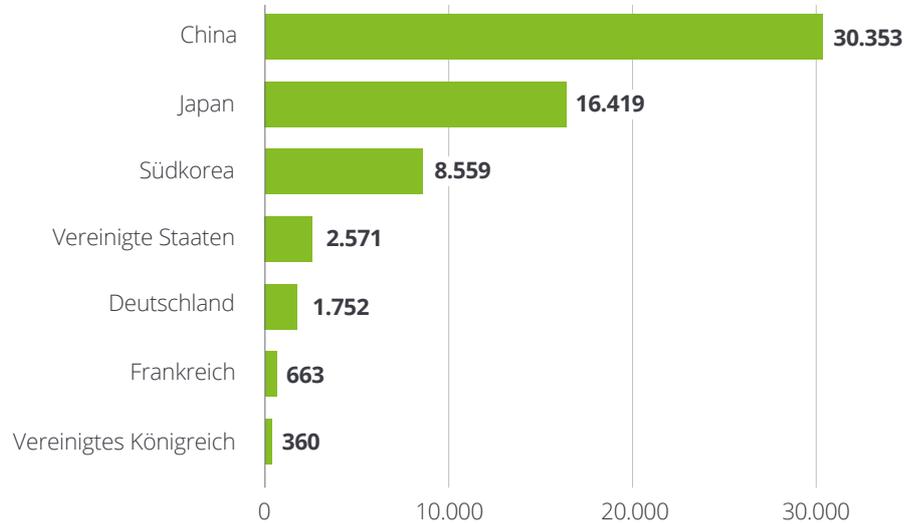


### Zirkuläre Innovationsfähigkeit Deutschlands

Im Bereich der technologischen Innovation ist die Wettbewerbs- und Innovationsfähigkeit des Industriestandorts Deutschlands hoch.<sup>18</sup> Im europäischen Vergleich ist Deutschland bei den Patentanmeldungen im Bereich Recycling und Sekundärstoffe mit mehr als einem Drittel der europäischen Patente führend (siehe Abbildung 10).<sup>19</sup> Allerdings müssen zwei Einschränkungen gemacht werden. Zum einen hat die Dynamik der deutschen Patentanmeldungen nachgelassen. Zum anderen zeigt das globale Bild, dass die asiatischen Volkswirtschaften bei der Anzahl der Patente führend sind. China, Japan und Südkorea haben hier einen großen Vorsprung.

Die technologischen Voraussetzungen des Industriestandorts Deutschland sind damit für die Transformation zur Zirkulären Wirtschaft gegeben, wenn auch diese im globalen Vergleich noch ausbaufähig sind.

**Abb. 10 – Anzahl der Patente im Zusammenhang mit Recycling und Sekundärrohstoffen im internationalen Vergleich (Summe 2000–2016)<sup>20</sup>**



Ziel der Zirkulären Wirtschaft ist es, den Einsatz von Primärrohstoffen zu minimieren. Das gelingt nur, wenn man die eingesetzten Rohstoffe möglichst unbegrenzt im Kreis führt und Stoffverluste vermeidet. Letzteres bedeutet, dass man möglichst keine Stoffe verbrennen oder deponieren oder gar unkontrolliert in die Umwelt abgeben sollte, da diese ansonsten unwiederbringlich verloren sind und durch neue Primärrohstoffe ersetzt werden müssen.

Man wird ein zirkuläres Wirtschaftssystem jedoch nie vollständig schließen können und vor allem erfordern Wirtschafts- und Konsumwachstum weiterhin einen entsprechenden Einsatz primärer Rohstoffe. Einen Ausweg weisen könnten hier neue Nutzungskonzepte, digitale Substitute oder sonstige Alternativen. Zu beachten ist ferner, dass manche Stoffe wie Beton und Stahl enorm lange Verweilzeiten in der Anwendung haben können. Daher kann auch dieser Speichereffekt weiterhin den Einsatz von Primärrohstoffen erforderlich machen.

Der wesentliche Grund, warum Rohstoffe verloren gehen, ist vor allem dort gegeben, wo die Produkte nach der Nutzung nicht mehr als feste Werk-, Roh- oder Abfallstoffe aufgefangen werden können, sondern mehr oder weniger unkontrolliert in Abwässern oder Abgasen den Stoffkreislauf verlassen. Wasch- und Reinigungsmittel, Kosmetika, Pflegeprodukte, Toilettenartikel, Arzneimittel, Futter- oder Lebensmittelzusatzstoffe, Dünge- oder Pflanzenschutzmittel und viele andere Produkte des täglichen

Bedarfs sind typische Beispiele für Produkte, die nach ihrer Nutzung kaum noch stofflich aufgefangen und wiederverwertet werden können. Lediglich Klärschlämme und Filterstäube eignen sich gegebenenfalls noch für eine stoffliche Verwertung (zum Beispiel Phosphorrückgewinnung aus Klärschlamm).

Somit wird aufgrund von Wirtschaftswachstum und Stoffverlusten durch Abwasser und Abgase auch in einer Zirkulären Wirtschaft weiterhin der Einsatz eines spezifischen Anteils (15–50 Prozent je nach Stoff und Anwendung)<sup>21</sup> an Primärrohstoffen notwendig sein.

Um den primären Rohstoffeinsatz im Rahmen einer Zirkulären Wirtschaft zu verringern, bieten sich drei grundsätzliche Produktdesign- und/oder Geschäftsmodellinnovationshebel an:

1. Stoffintensität und/oder Stoffeinsatz in der Produktion reduzieren
2. Stoffnutzung durch höhere Langlebigkeit und/oder Nutzenintensität maximieren
3. Stoffe nach der Produktnutzungsphase wiederverwerten

Die Schlüssel zu einer erfolgreichen Zirkulären Wirtschaft sind ein zirkuläres Produktdesign und/oder ein innovatives Geschäftsmodell, welches die Anforderungen an Nutzung, Herstellung und Distribution sowie Sammlung und Wiederverwertung berücksichtigt und gesamthaft optimiert.

Innovative Geschäftsmodelle und zirkuläres Produktdesign sind zentrale Faktoren, um eine Zirkuläre Wirtschaft zu befähigen.

### **1. Stoffintensität und/oder Stoffeinsatz in der Produktion reduzieren**

Die Stoffintensität, das heißt den spezifischen Rohstoffeinsatz zu reduzieren, ist eine sehr direkte und wirksame Maßnahme. Leichtbau ist ein typisches Beispiel, wie der Material- und in der Regel auch der Energieeinsatz deutlich reduziert und häufig dabei auch die Leistung in der Nutzungsphase noch erhöht werden können. Das gilt besonders für mobile Anwendungen (zum Beispiel Fahrzeugbau, Laptops, Sportgeräte) und bewegte Produktteile (zum Beispiel Windräder, Haushaltsgeräte, Medizintechnik, Verpackungen, kompakte Konsumgüter).

Eine weitere, sehr direkt wirkende Maßnahme ist das Vermeiden oder zumindest Reduzieren von Produktionsabfällen, zum Beispiel durch 3D-Druck statt klassischen materialabtragenden Verfahren. Wenn das aufgrund von Stückzahl, Produktgröße oder aus anderen Gründen nicht möglich ist, sollten die Produktionsabfälle wieder möglichst direkt in die Produktion zurückgeführt werden (zum Beispiel Wiederverwendung von Carbonfasern bei der Fahrzeugherstellung). Hier ist meist auch eine hohe stoffliche Homogenität gegeben.

Bei der Auswahl des Stoffeinsatzes und der Lieferanten sollte man auch die Ressourceneffizienz des zugekauften Stoffes und des Lieferanten im Blick behalten und bewerten. Neben der grundsätzlichen Unterscheidung zwischen primären und sekundären Rohstoffen gilt es, weitere Unterschiede je nach Lieferquelle und Lieferant zu beachten. Wie bei den sehr unterschiedlichen Treibhausgasfußabdrücken sind auch die Rohstoffeinsätze häufig sehr verschieden. Ob Lithium bergmännisch in China oder in Australien abgebaut wird oder aus Salaren (Salzwüsten) in Lateinamerika stammt, ob ein Titandioxid-Weißpigment je nach Ausgangserz nach dem Sulfat- oder Chloridverfahren hergestellt wird oder ob ein Kunststoff aus Kohle, Erdöl, Erdgas oder Biomasse hergestellt

wurde, hat einen großen Einfluss auf die Ressourcenintensität. So kann schon durch die Verfahrens- und Lieferantenauswahl häufig eine deutlich verbesserte Rohstoffeffizienz realisiert werden.

Bei den sekundären Rohstoffen gilt es aber immer, die Gesamteffizienz im Auge zu behalten. Theoretisch sind kleine, lokale Produktkreisläufe vorzuziehen, in denen die werkstofflichen Eigenschaften möglichst einfach erhalten bleiben. In der Praxis ist das aber häufig schwierig zu erreichen, weil Sammel-, Trenn- und Sortierprozesse zu aufwendig, räumliche Entfernungen zu groß sind und eine kritische Masse an Sekundärrohstoffen nicht erreicht werden kann.

### **2. Stoffnutzung durch höhere Langlebigkeit und/oder Nutzenintensität maximieren**

Höhere Langlebigkeit ist der naheliegende Aspekt, um die Nutzungsphase von Produkten zu verlängern, den Zeitpunkt für einen Produktneukauf nach hinten zu verschieben und so auch den Stoffeinsatz zu reduzieren. Das lässt sich vor allem durch den Einsatz haltbarer Materialien und Produktkonstruktionen erreichen und durch eine leichtere Reparatur- und Austauschbarkeit von defekten Teilen unterstützen. Dem Einwand, dass dann zunehmend veraltete Produkte in Gebrauch sind, lässt sich dadurch begegnen, dass man eine „Updatebarkeit“ auf den aktuellen Stand der Technik vorsieht, gegebenenfalls auch digital (zum Beispiel „Over the Air“-Updates und Dienste von Mobilitätsanbietern).

Teils ist aber auch das Interesse der Hersteller und der Kunden an langlebigen Produkten gering. Ein Grund hierfür ist, dass sich materielle Bedürfnisse mit der Zeit verändern und Produkte nicht nur die Grundbedürfnisse, sondern auch gesellschaftliche Stellung, Ansprüche und vor allem das jeweilige Alter widerspiegeln. 20-, 40- oder 60-Jährige haben heute unterschiedliche

Anforderungen an Mobilität, Wohnen, Kommunikation, Ernährung und Gesundheit und damit auch an die Produkte und Dienstleistungen, die sie konsumieren.

Vielversprechend ist hier das intensivere Nutzen von Produkten, indem man sie mit Gleichgesinnten teilt (zum Beispiel Car-Sharing) oder Produkte mit einem Mehrfachnutzen konstruiert. Dieser Mehrfachnutzen kann gleichzeitig oder gestaffelt vorliegen. Ein Beispiel hierfür sind Antriebsbatterien für Elektrofahrzeuge. Neben ihrem Hauptnutzen im Antrieb von Fahrzeugen können sie in einer weiteren Nutzungsphase als Energiespeicher für lokale Energieerzeugung oder Spitzenlastpuffer in einem smarten Stromgrid dienen.

### **3. Stoffe nach endgültigem Gebrauch wiederverwerten**

Nach der Nutzungsphase geht es vor allem um eine stoffliche Wiederverwertung. Ziel ist es, die werkstofflichen Eigenschaften des Produkts bzw. seiner Komponenten so weit wie möglich und sinnvoll zu erhalten (zum Beispiel Sekundärmetalle, Glas, Papier und Pappe, gemischte oder sortierte Kunststoffe = Regranulate wie bei Recycling von PET-Flaschen).

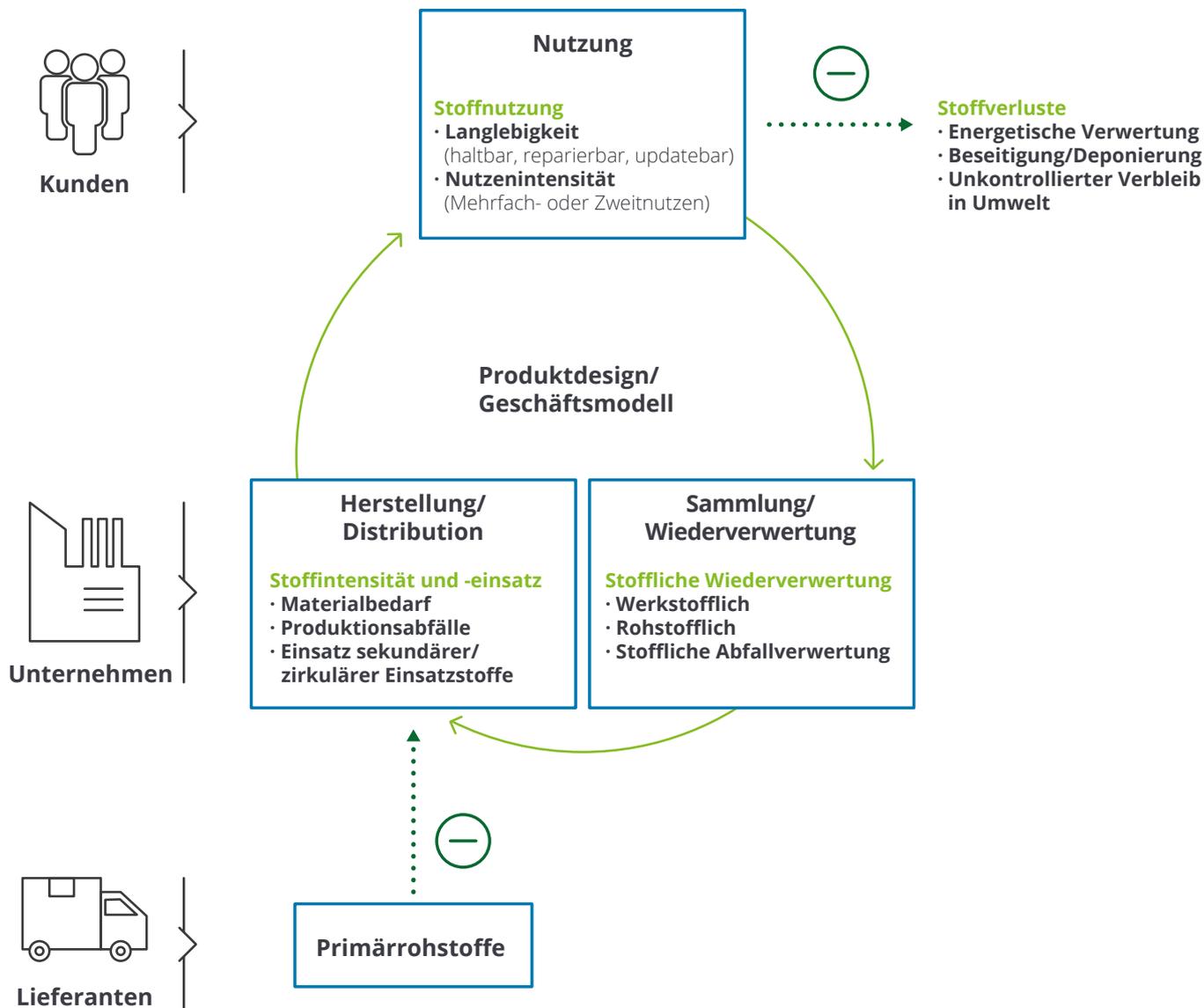
In vielen Fällen ist das aber nicht möglich oder nicht sinnvoll, dann kommt ein rohstoffliches Recycling zum Einsatz, wobei man durch Hydrolyse oder Solvolyse die Monomerstruktur erhält (zum Beispiel Polyamid 6 und Glasfaserrecycling) oder durch Hydrierung oder Vergasung wieder Chemierohstoffe für neue Kunststoffe gewinnt (zum Beispiel Chemcycling).

Falls sich auch dies nicht als sinnvoll erweist, ist die stoffliche Abfallverwertung eine weitere Option, die Stoffe im Kreislauf zu halten (zum Beispiel Abfallpyrolyse und grüner Wasserstoff). Aus grünem Synthesegas kann man dann direkt oder über grünes Methanol wieder Chemierohstoffe herstellen.

### Innovation in zirkulären Geschäftsmodellen

Um das makroökonomische Potenzial der Zirkulären Wirtschaft zu heben, braucht es eine Produktdesign- und/oder Geschäftsmodellinnovation, die grundsätzlich die Herstellung und Distribution, die Nutzung sowie die Sammlung und Wiederverwertung von (Roh-)Stoffen auf den Prüfstand stellt (siehe Abbildung 11).

Abb. 11 – Zirkuläre Wirtschaft und Produktlebenszyklus (schematisch)



⊖ Verringerung durch Zirkuläre Wirtschaft

Ein ganz wesentlicher Treiber ist der Aktionsplan der Europäischen Union zur Umsetzung der Zirkulären Wirtschaft. Er ist Bestandteil des Green Deal und beabsichtigt u. a. die Einschränkung des einmaligen Gebrauchs (zum Beispiel Single-Use Plastic und Überverpackungsverbote). Abfälle gilt

es zu vermeiden und die entsprechenden Stoffströme in hochwertige Sekundärressourcen umzuwandeln. Funktionierende Sekundärrohstoffmärkte sollen aufgebaut, Abfallexporte außerhalb der EU minimiert und illegale Exporte bekämpft werden. Die EU schlägt ein System mit 14 Kategorien

vor, in dem die Aktivitäten beschrieben sind, die wesentlich zu einer Zirkulären Wirtschaft beitragen können. Dafür wurden neun „Rs“ definiert, von denen zwei Drittel die Nutzung der Produkte betreffen (siehe Abbildung 12).

**Abb. 12 – EU-Kategorisierungssystem für eine Zirkuläre Wirtschaft<sup>22</sup>**

1

### **Nutzung**

#### **R2 Rethink**

Intensivierung der Produktnutzung (z.B. durch Product-as-a-Service, Wiedernutzung und Sharing-Modelle oder mittels der Markteinführung multifunktionaler Produkte).

#### **R4 Reuse**

Die Wiederbenutzung eines Produktes, das sich in noch gutem Zustand befindet und seine ursprüngliche Funktion erfüllt (und kein Abfallprodukt ist), für denselben Grund, für den es ursprünglich gedacht war.

#### **R5 Repair**

Reparatur und Wartung von defekten Produkten, damit diese ihre ursprüngliche Funktion wieder erfüllen können.

#### **R6 Refurbish**

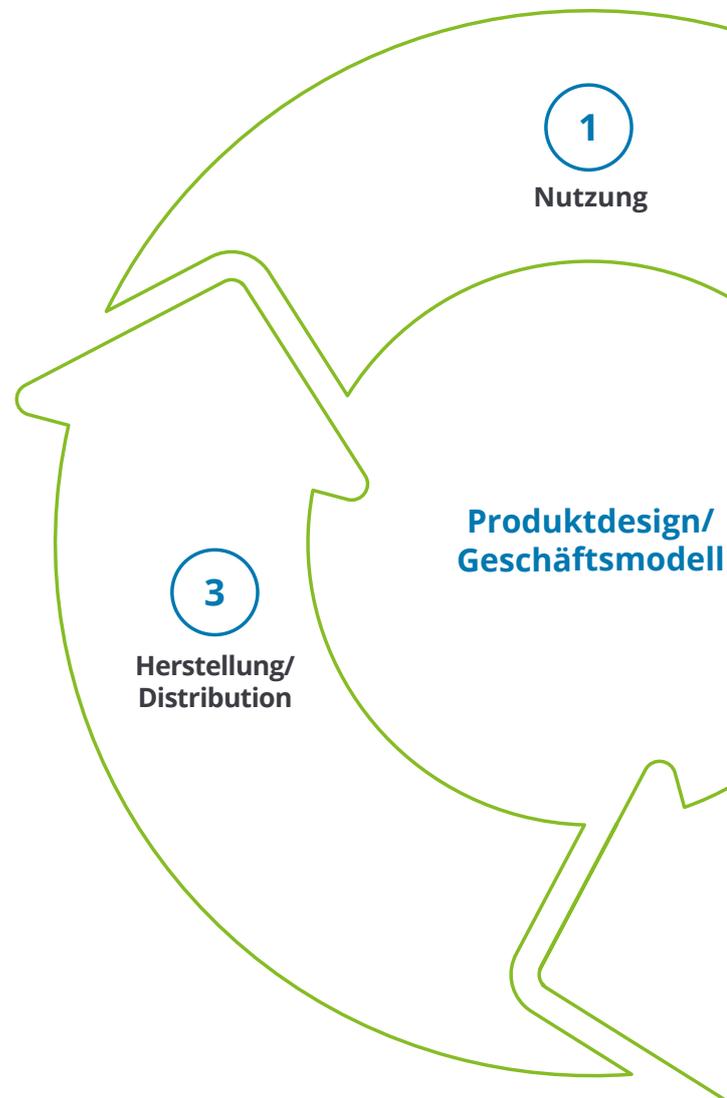
Wiederherstellen eines Produktes auf einen Stand, der Up-to-Date ist (bzgl. eines bestimmten Qualitätslevels).

#### **R7 Remanufacture**

Nutzung von Einzelteilen eines verworfenen Produkts für neue Produkte mit derselben Funktion (um diese in einen neuwertigen Zustand zu versetzen).

#### **R8 Repurpose**

Nutzung eines nicht mehr benötigten Produkts oder seiner Einzelteile für neue Produkte mit anderen Funktionen.



Die stoffliche Abfall- oder Rückstandsverwertung wurde explizit unter R9 als Teil der Zirkulären Wirtschaft zur Schließung von Stoffströmen einbezogen. Dadurch ist die große Menge an Haus- und Industriemüll jetzt explizit als stoffliche Sekundärrohstoffquelle akzeptiert.

Zirkuläres Produktdesign- und/oder zirkuläre Geschäftsmodellinnovation sollten Stoffintensität und -einsatz, -nutzung und -wiederverwertung abwägen und optimieren. Die folgenden Beispiele illustrieren existierende zirkuläre Strategien.



2

**Sammlung/Wiederverwertung**  
**R9 Recycle**

Wiedererlangen von Materialien aus Abfallprodukten, die zu neuen Produkten, Materialien oder Substanzen aufgearbeitet werden, um entweder dem ursprünglichen Nutzen zu entsprechen oder einem anderen. Es beinhaltet die Wiederaufarbeitung von organischen Materialien, berücksichtigt jedoch keine Energierückgewinnung oder die Weiterverarbeitung von Materialien, die als Brennstoffe oder für Verfüllungen genutzt werden.

3

**Herstellung/Distribution**  
**R1 Refuse**

Ein Produkt überflüssig machen, indem seine Funktion eingestellt wird oder selbige mittels eines anderen Produkts oder Services angeboten wird (zum Beispiel digital).

**R3 Reduce**

Steigerung der Effizienz eines Produkts oder Materials, indem weniger natürliche Ressourcen aufgebracht werden müssen.

## R9 Recycle

### Apple – iPhone 12

#### Industrie: Consumer Products/ Hard- und Softwareentwicklung

Auf dem Weg zur Klimaneutralität stellt Apple seine Produkte zunehmend aus Sekundärmaterialien her. Beispielsweise stammen 99 Prozent des im iPhone 12 verarbeiteten Wolframs sowie 98 Prozent der verwendeten seltenen Erden aus recycelten Materialien. Zudem werden 35 Prozent der verwendeten Kunststoffe aus Sekundärmaterialien gewonnen. Recycling spielt genauso bei der Produktdistribution eine Rolle: 93 Prozent der Verpackungs-

materialien bestehen aus Faserstoffen, davon sind 73 Prozent Sekundärmaterialien. Um den Ressourceneinsatz weiter zu verringern, setzt Apple Technologielösungen ein. Mittels des Recycling-Programms „Apple Trade In“, bei dem Kunden ihre Altgeräte in Zahlung oder zum Recycling geben können, setzt Apple unter Verwendung eines Demontage-Roboters auf innovative Technologien. Mit dessen Hilfe gelingt es, hochwertige Materialien wie Seltene Erden und Wolfram wiederzuerlangen und diese zurück in den Produktionsprozess zu bringen.



Quelle: [https://www.apple.com/environment/pdf/products/iphone/iPhone\\_12\\_PER\\_Oct2020.pdf](https://www.apple.com/environment/pdf/products/iphone/iPhone_12_PER_Oct2020.pdf)

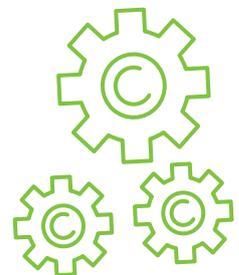
## R9 Recycle

### Audi – Aluminium Closed Loop

#### Industrie: Automotive

2017 initiierte Audi den sogenannten „Aluminium Closed Loop“. Mit dem Konzept führt das Automotive-Unternehmen den Werkstoff in einem Recyclingkreislauf. Anfallende Materialaussonderungen können so sortenrein an die Lieferanten zurückgegeben werden, um aus den rezyklierten Materialien hochwertiges sekundäres Aluminium zu produzieren.

Die Zulieferer benötigen für die Herstellung der Aluminiumbleche weniger Primäraluminium. Außerdem fallen bei der Produktion von sekundärem Aluminium weniger CO<sub>2</sub>-Emissionen an. Der gesamte Energieaufwand sinkt dadurch erheblich. Auch werden die Zulieferer resilienter gegenüber Marktschwankungen. Der Aluminiumkreislauf ist derzeit in sieben Baureihen integriert.



Quelle: Experteninterview sowie [https://www.volkswagenag.com/de/news/2020/06/Aluminium\\_Closed\\_Loop.html](https://www.volkswagenag.com/de/news/2020/06/Aluminium_Closed_Loop.html)

## R9 Recycle

### Duesenfeld – Batterie-Recycling Industrie: Batterie-Recycling

Duesenfeld hat sich auf umweltfreundliches Recycling von Lithium-Ionen-Batterien spezialisiert. Das Unternehmen aus Niedersachsen hat ein patentiertes Verfahren entwickelt, mit dem 91 Prozent der Batteriematerialien zurückgewonnen werden können. Zum Vergleich: Beim Einschmelzverfahren liegt die Recyclingquote bei 32 Prozent.

Der Recyclingprozess beginnt mit der Demontage. Als Reuse-Produkte entstehen Batteriesystemgehäuse, Batterie-

managementsysteme, Schrauben, Kabel und Kühlsysteme. In einem mechanischen Verfahren werden aus den Batterien im ersten Schritt Elektrolyt, Kupfer, Aluminium und die sogenannte Schwarzmasse gewonnen, im zweiten Schritt folgen Kobalt, Nickel, Mangan, Lithium und Graphit als Sekundärrohstoffe. Verglichen mit der Gewinnung der Primärrohstoffe spart Duesenfeld 8,1 Tonnen CO<sub>2</sub> pro Tonne recycelter Batterien ein. Gegenüber dem herkömmlichen Einschmelzverfahren betragen die Einsparungen 4,8 Tonnen CO<sub>2</sub> pro Tonne recycelter Batterien.

Duesenfeld setzt das Recyclingverfahren sowohl zentral als auch dezentral ein. Mithilfe mobiler Recyclingcontainer können die ersten Recyclingschritte vor Ort beim Kunden vorgenommen werden. Und da Gefahrguttransporte mit eingeschränkter Kapazität nicht mehr notwendig sind, lassen sich siebenmal so viele Batterien pro 40-Fuß-Container im recycelten Zustand transportieren.



Quelle: [https://www.duesenfeld.com/index\\_de.html](https://www.duesenfeld.com/index_de.html)

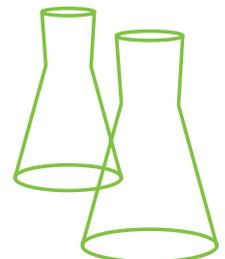
## R9 Recycle

### Projekt reciChain – Kunststoff-Recycling Industrie: Chemie

BASF arbeitet mit zwölf Partnerunternehmen an einem Projekt zur Reduktion von Kunststoffabfällen. Teil dessen ist der Aufbau einer Wertschöpfungskette und eines Konsortiums von Stakeholdern, um Anreize für das Recycling und die Wiederverwendung von Kunststoffen in einer lokalen Kreislaufwirtschaft

zu schaffen. Die Entwicklung einer skalierbaren Blockchain-Lösung (reciChain) unterstützt die Rückverfolgung und Monetarisierung von Kunststoffen innerhalb der Wertschöpfungskette durch innovative Digital-Badge- und Loop-Count-Technologie. Die Blockchain-Plattform ermöglicht die Übertragung von Eigentumsrechten, die Speicherung eines Digital Twin auf allen Stufen der Wertschöpfungskette und die Integration externer Technologie-Inputs.

Einer der nächsten Schritte ist die Demonstration der Einsatzfähigkeit des Digital Badge im großindustriellen Umfeld. Außerdem sollen Großunternehmen in das Pilotprojekt einbezogen werden.



Quelle: Experteninterview sowie <https://www.basf.com/ca/en/who-we-are/sustainability/Sustainability-in-Canada/reciChain.html>

## R2 Rethink R4 Reuse

### WeShare – Car-Sharing Industrie: Car-Sharing

2019 hat Volkswagen seinen Car-Sharing-Dienst an den Markt gebracht. Seitdem sind die Elektrofahrzeuge von WeShare in Berlin und Hamburg unterwegs. Sowohl Privat- als auch Geschäftskunden nutzen das Car-Sharing-Angebot. Sie buchen die Fahrzeuge per App und bezahlen on demand eine Gebühr pro in Anspruch genommener Zeit sowie pro zurückgelegtem Kilometer.

Eine Studie des Wissenschaftszentrums Berlin für Sozialforschung aus dem

Jahr 2020 ergab: 24 Prozent der 1.600 Befragten, die kein eigenes Fahrzeug zu Verfügung haben, würden ein eigenes Auto kaufen, gäbe es kein Car-Sharing. Weitere 23 Prozent würden sich auf anderen Wegen ein Fahrzeug leihen. Unter den Verbrauchern, die ein eigenes Fahrzeug besitzen, halten es 50 Prozent für sehr wahrscheinlich oder eher wahrscheinlich, auf einen erneuten Autokauf zu verzichten.

Auch wenn durch Car-Sharing weitere Fahrzeuge dem Stadtbild hinzugefügt werden, ermöglicht das Servicemodell, die Anzahl der privaten Fahrzeuge und

der damit gefahrenen Personenkilometer zu reduzieren. Car-Sharing kann dazu beitragen, den Konsum zu verlangsamen. Es ist ein Baustein auf dem Weg hin zu einem schonenden Umgang mit Ressourcen.



Quelle: <https://www.we-share.io/>  
[https://wzb.eu/system/files/docs/dst/dimo/WorkingPaper\\_WeShare\\_final.pdf](https://wzb.eu/system/files/docs/dst/dimo/WorkingPaper_WeShare_final.pdf)

## R5 Repair R6 Refurbish R7 Remanufacture

### Refurbed – Elektronikgerät- Refurbishing Industrie: Consumer Products

Das Start-up Refurbed hat sich zum Ziel gesetzt, die Kreislaufwirtschaft zu stärken und zur wirksamen Bekämpfung der Umweltverschmutzung beizutragen. Im Fokus des Geschäftsmodells stehen Services rund um Reparatur und Wiederaufbereitung. So soll eine längere Produktlebensdauer gefördert werden. Als Mittel zum Zweck haben die Gründer eine eigene Online-Plattform an den Start gebracht und verbinden

damit Konsumenten mit Händlern. Vertrieben werden über den Marktplatz ausschließlich gebrauchte Elektronikgeräte. Die Händler erwerben die Altgeräte, beispielsweise bei Unternehmen oder Telekommunikationsanbietern. In der Aufbereitungsphase werden vorhandene Dateien gelöscht und die Geräte auf die Werkseinstellungen zurückgesetzt. Je nach Bedarf werden einzelne Komponenten ersetzt und anschließend sämtliche Gebrauchsspuren entfernt. So erhält der Kunde vollständig erneuerte Geräte mit einer Zwölfmonatsgarantie. Der Verkauf

findet über die Plattform statt. Laut Angaben von Refurbed fallen die CO<sub>2</sub>-Emissionen des eigenen Remanufacturing-Prozesses um 70 Prozent geringer aus im Verhältnis zur Produktion eines vergleichbaren Neugeräts.



Quelle: <https://www.refurbed.de/>

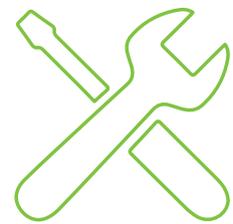
## R4 Reuse R5 Repair R9 Recycle

### Hilti - Flottenmanagement Industrie: Werkzeuge

Im Rahmen des Flottenmanagements von Hilti wird die Kontrolle über Werkzeuge bis über ihr Lebensende hinaus verlängert. Bereits vor Vertragsbeginn wird eine Geräteparkoptimierung mit dem Kunden durchgeführt, um sicherzugehen zu können, dass der Kunde über die richtigen Geräte in der richtigen Anzahl verfügt. Um schnell auf

sich verändernde Kundenwünsche reagieren zu können, haben Hiltis Flottenkunden darüber hinaus die Möglichkeit, auf Geräte aus Hiltis Tool Pool zur kurzfristigen Nutzung zuzugreifen. Für Geräte, die ihre maximale Nutzungsdauer am Vertragsende noch nicht erreicht haben, können Kunden marktabhängig eine verlängerte Nutzung der Werkzeuge beantragen. Nach dem Nutzungsende werden die Geräte durch Hiltis globales Reverse Logistics

System eingesammelt. Hochwertige Ersatzteile werden, falls möglich, zur Reparatur entnommen oder Geräte für eine weniger intensive Nutzung an wohltätige Zwecke gespendet. Sollte eine Wiederverwendung ausgeschlossen sein, werden die Geräte über autorisierte Recyclingpartner in Recyclingkreisläufe gebracht.



Quelle: Experteninterview sowie <https://www.hilti-sustainabilityreport.com/de/umwelt/kreislaufwirtschaft>

## R2 Rethink R4 Reuse R5 Repair R9 Recycle

### Signify - Lighting-as-a-Service Industrie: Lichttechnik

Signify setzt auf Lighting-as-a-Service-Lösungen. Statt die Leuchtmittel zu verkaufen, entwirft, installiert und betreibt das Unternehmen modulare Leuchtsysteme. Da das Produkt für und mit dem Kunden entwickelt wird, ist das Angebot auf dessen Bedürfnisse abgestimmt. Als zusätzlichen Service übernimmt Signify auch das Monitoring der Lichtnutzung und liefert mittels einer cloudbasierten IoT-Plattform regelmäßige Informationen unter anderem zum

Stromverbrauch. So ist der Kunde in der Lage, das Optimum aus dem Produkt zu ziehen. Die daraus resultierende kontinuierliche Nutzungsanpassung führt zu einer höheren Effizienz. Nach dem Ende des Servicevertrags oder des Nutzungszyklus der Leuchtmittel werden diese durch Signify abgebaut und je nach Zustand entweder direkt wiederverwendet (Reuse) oder verwertet (Recycle). Da die Leuchtmittel mittels 3D-Drucks hergestellt werden, kann die Verwertung besonders effizient erfolgen. Insgesamt erspart Signify dem Kunden die hohen Ausgaben für

die Installation der Lichtsysteme, was sich in einem positiven Cashfloweffekt bemerkbar macht. Auch sinken durch die Rücknahme der Leuchtmittel die Produktionskosten.



Quelle: <https://www.signify.com/global>



### Herausforderungen für Unternehmen auf dem Weg zur Zirkulären Wirtschaft

Die für diese Studie durchgeführten Interviews zum Entwicklungsstand der Zirkulären Wirtschaft in der deutschen Industrie mit Experten aus der Auto-, Chemie- und Werkzeugbranche zeigen, dass die Motivation zur Einführung zirkulärer Geschäftsmodelle hoch ist und sich aus verschiedenen Quellen speist. Im Vordergrund stehen die Ressourcenersparnis, Nachhaltigkeitsziele, veränderte Kundenansprüche und die Reaktion auf neue Regulierungen. Damit verbunden sind Kosteneinsparungen und teilweise die Überwindung von Knappheiten bei Vorprodukten, aber ebenso die Verringerung des CO<sub>2</sub>-Fußabdrucks. Bei manchen Materialien ist auch eine Verringerung der Abhängigkeit von Importen aus politisch instabilen Ländern ein Treiber.

Bei der Umsetzung der Zirkulären Wirtschaft werden zwei Erfolgsfaktoren besonders deutlich: Zum einen die Intensivierung der Zusammenarbeit mit Lieferanten, Kunden und Waste-Management-Unternehmen. Zum anderen muss Zirkuläre Wirtschaft mit klarem Fokus betrieben werden. Nicht jedes Material kann und muss recycelt werden. Die Konzentration sollte den Feldern gelten, die den größten ökonomischen und ökologischen Effekt haben. Beispielsweise ist es in der Automobilindustrie durchaus sinnvoll, Metalle, Kunststoffe und Batterien zu recyceln. Eine Rückführung der einzelnen Bestandteile der verwendeten Lacke, Klebstoffe, Additive, Füllmittel und Inhaltsstoffe mag dagegen bei Betrachtung wirtschaftlicher und ökologischer Aspekte weniger sinnvoll sein. Wichtig für die Entwicklung der Zirkulären Wirtschaft ist deshalb eine klare Priorisierung der Handlungsfelder unter Berücksichtigung der offensichtlichen Zielkonflikte. Die Herausforderungen für Unternehmen liegen insgesamt vor allem in folgenden Bereichen:

### **Klares und einheitliches Verständnis von Zirkulärer Wirtschaft**

Unternehmen sehen die Herausforderung, ein klares Verständnis einer zirkulären Wirtschaft zu entwickeln. Hier liegt eine Ursache in unzureichend einheitlichen Definitionen von Begriffen. Dadurch ist es für Unternehmen herausfordernd, ihre zirkulären Ziele klar und vollumfänglich zu definieren.

### **Abkehr vom linearen Geschäftsmodell**

Viele Unternehmensprozesse basieren auf linearen Ansätzen. Der Weg zu mehr Zirkularität erfordert nicht nur eine Umstrukturierung einzelner Prozesse. Die Notwendigkeit, im Rahmen einer zirkulären Wirtschaft langlebigere Produkte herzustellen und diese während der Nutzung oder nach Nutzung wiederzuverwerten, erfordert einen Paradigmenwechsel für Unternehmen, beispielsweise im Rahmen der zur Unternehmenssteuerung genutzten Erfolgsfaktoren, Messgrößen und Incentivierungen.

Die Geschäftsmodelle der Zukunft müssen altbekannte Muster durchbrechen. Die neuen Ökosysteme verlangen eine Repositionierung der Unternehmen. Es geht um mehr als die Produktion von Gütern. Es geht vielmehr um Einfluss und Kontrolle in den zukünftig zirkulären Strategien. Das verlangt eine kritische Überarbeitung und Ergänzung der derzeitigen Geschäftsmodelle. So überlegt die Automobilindustrie, Baukastensysteme, die gemeinschaftlich genutzt werden, künftig firmenübergreifend zu entwickeln. Gleichzeitig sollen es diese modularen Systeme weiterhin ermöglichen, individuelle und personalisierte Fahrzeuge zu bauen.

### **Steigende Systemkomplexität und Aufbau zirkulärer Ökosysteme**

Zirkularität kann nicht von einzelnen Unternehmen im Alleingang erreicht werden. Dies gelingt nur mit interner und externer Kollaboration entlang der

Wertschöpfungskette und zwischen den Sektoren. Nur so können Kreisläufe und Rückführungen ermöglicht werden. Es geht damit für Unternehmen um den Aufbau von zirkulären Ökosystemen, die nicht auf Branchen oder Landesgrenzen beschränkt sind. Eine derart neue Form der Zusammenarbeit ist herausfordernd für viele Organisationen, da etwa neue Allianzen geschlossen und Kollaborationspartner gefunden werden müssen.

### **Materialrückflüsse**

Viele Unternehmen stehen vor der Herausforderung fehlender Materialrückflüsse. Nur wenn Produkte oder Materialien auch wieder zu den Herstellern oder entsprechenden Kooperationspartnern zurückgelangen, können Kreisläufe geschlossen werden. Automobilhersteller stoßen bei der Transformation hin zu elektrischen oder hybriden Modellen beispielsweise im Bereich von Batterierückläufern auf Probleme. Hier gibt es eine große Diskrepanz zwischen zurückgeführten und produzierten Batterien. Verpackungshersteller haben das Problem, dass der Bedarf an Rezyklaten stärker steigt als das Angebot. Auch die Kontamination von Materialien ist häufig ein Problem. So kann mit Kupfer verunreinigter Stahl nicht mehr ohne Weiteres für die Produktion von Automobilen verwendet werden. Er kann jedoch in der Baubranche weiterhin eingesetzt werden.

### **Digitalisierung und Finanzierungsmöglichkeiten**

Der Einsatz digitaler Technologien ist elementar, um den Aufbau einer zirkulären Wirtschaft und die notwendigen Kreisläufe zu ermöglichen. Erst elektronische Passports, Blockchain-Technologie und andere Digitaltechnologien ermöglichen die zirkuläre Wirtschaft, gerade beim Recycling und bei der Schließung von Stoffströmen über mehrere Firmen hinweg. Das ist eine Herausforderung, doch ergeben sich daraus gleichzeitig große

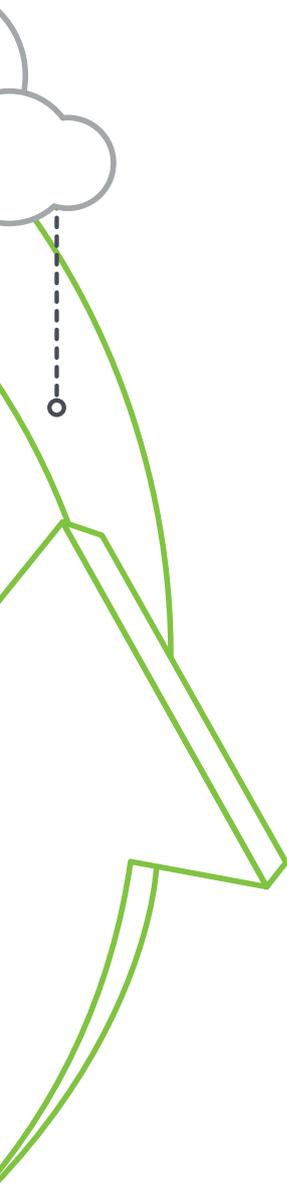
Chancen, die derzeitigen Wertschöpfungsstrukturen zu reformieren, Prozesse ressourceneffizienter zu gestalten und besser auf Konsummuster und Nachfrageentwicklungen zu reagieren. Hier fehlt es vielen Unternehmen bislang an Finanzierungsmöglichkeiten, insbesondere für die Errichtung von Testanlagen im globalen Maßstab, da die Hebelwirkung der Zirkularität nicht anhand kleiner Pilotprojekte aufgezeigt und belegt werden kann. Darüber hinaus ist die Transformation hin zu mehr Zirkularität ein Prozess, der sich womöglich erst langfristig als finanzieller Vorteil manifestiert.

### **Erfassung und Analyse von Zielkonflikten**

Inwiefern und in welchem Ausmaß sich eine Substitution von Primärmaterialien zugunsten von Sekundärmaterialien lohnt, kann in der Regel nur mithilfe aufwendiger Life-Cycle-Analysen untersucht werden, die nicht nur vom Produkt allein abhängen, sondern auch vom Verhaltensmuster der entsprechenden Nutzer. Weiterhin können sich Zielkonflikte zwischen Rohstoffeffizienz und Rohstoffeffektivität ergeben. Es gilt, darauf zu achten, dass die Effizienz und der Nutzen in der Anwendung eines Produktes nicht der Wiederverwertung am Ende seines Lebenszyklus zuwiderlaufen. Beispiele hierfür sind mehrlagige Kunststofffolien, die Lebensmittel lange haltbar machen. Aufgrund der zunehmenden Komplexität der verwendeten Kunststoffe und -strukturen können diese Produkte nur schwer wieder zurück in einen Kreislauf gebracht werden.



# Implikationen für Unternehmen und Politik



## Kernthemen für Unternehmen auf dem Weg zur Zirkulären Wirtschaft

Die Entwicklung in Richtung Zirkuläre Wirtschaft stößt auf Herausforderungen, die Unternehmen und Politik gemeinsam lösen müssen, um deren ökologische und ökonomische Potenziale realisieren zu können. Kernthemen für Unternehmen sind dabei:

- Zirkuläre Wirtschaft auf die Innovationsagenda setzen
  - Analyse der Potenziale der Zirkulären Wirtschaft auf Unternehmensebene
  - Verankerung zirkulärer Prinzipien und Ziele in der Unternehmensstrategie
  - Externe und interne Innovationswettbewerbe zur Ideengenerierung
- Möglichkeiten zirkulärer Ökosysteme ermitteln und Kollaborationen entlang der gesamten Wertschöpfungskette suchen und anstoßen
  - Kooperation mit Lieferanten, um zirkuläre Prinzipien in der Lieferkette umsetzen zu können
  - Zusammenarbeit mit Kunden, um Material- und Produktrückflüsse zu verstärken
  - Gezielte Suche nach neuen Kollaborationspartnern, die bei der Transformation helfen können
  - Bildung von Initiativen, um Wissensaustausch zu ermöglichen und Branchenstandards gemeinsam zu entwickeln
- Potenzial zirkulärer Maßnahmen für Hersteller, Anbieter, Kunden, Nutzer und Gesellschaft gesamthaft erheben
  - Zirkularität bereits zu Beginn der Entwicklung eines Produktes einbeziehen
  - Kommunikation verstärken, um zirkuläre Strategien für Kunden sichtbar zu machen
  - Kompetenzen im Unternehmen und entlang der Wertschöpfungskette entwickeln
- Ansatzpunkte mit größtmöglichem Nutzen und größtmöglicher Effektivität identifizieren
  - Analyse bestehender Material- und Produktzyklen
  - Ermittlung innovativer Produkte und Geschäftsmodelle, die die Stoffintensität erhöhen und eine intensivere Stoffnutzung oder stoffliche Wiederverwendung ermöglichen
  - Prüfung und Implementierung neuer Geschäftsmodelle mit dem Ziel stärkerer Zirkularität, zum Beispiel Leasing- oder Sharing-Modelle
- Erkennen und Managen von Zielkonflikten
  - Überprüfung, ob durch zirkuläre Innovationen Maßnahmen zur Erhöhung der Energieeffizienz, zur Reduktion von Treibhausgasemissionen oder zur Erzielung anderer Umwelt- oder Gesellschaftsziele beeinträchtigt werden
  - Quantifizierung der Zielkonflikte und Erarbeitung von Kompromissoptionen für eine übergreifende Optimierung

### Kernthemen für die Politik auf dem Weg zur Zirkulären Wirtschaft

- Schaffung eines Level Playing Field im europäischen Binnenmarkt, auf dem Primär- und Sekundärrohstoffe unter fairen Bedingungen gehandelt, verarbeitet, eingesetzt und zurückgewonnen werden können.
- Innovationen in der Zirkulären Wirtschaft ermöglichen durch F&E-Förderung
- Ausgleich unterschiedlicher Preise von Primär- und Sekundärrohstoffen bspw. durch steuerliche Maßnahmen oder Förderung
- Regulatorische Hemmnisse beseitigen, um einen EU-Binnenmarkt auch für Sekundärrohstoffe zu ermöglichen (Bsp. Abfallverbringungsverordnung), um die Ersatzteilversorgung von langlebigen Investitionsgütern sicherzustellen (Bsp. Zulassungsverfahren unter REACH, „repair as produced“), um die Begrenzung öffentlicher Ausschreibungen auf die Verwendung von Primärrohstoffen aufzuheben etc.

- Berücksichtigung und Anrechnung der Klimaschutzeffekte durch Verwendung von Sekundärrohstoffen – angemessene CO<sub>2</sub>-Bepreisung
- Recycling effektiv ermöglichen
  - Märkte etablieren und die Dynamik der Marktkräfte nutzen
  - End of Waste/By-Product-Bestimmungen: „Abfall-Ende“ klar und konstruktiv regeln
  - Bei chemikalienrechtlichen Stoffeinstufungen muss frühzeitiger und systematischer als bisher auch das Recycling der Stoffe bedacht werden. Das bisher isolierte Nebeneinander von europäischem Produkt-, Chemikalien- und Abfallrecht erschwert eine Zirkuläre Wirtschaft.
- Regulierung ergebnisorientiert, effizient und technologieoffen gestalten
  - Ziele der Zirkulären Wirtschaft definieren und deren Erreichung technologieoffen den Marktakteuren überlassen. Als Vorbild kann das New Legislative Framework<sup>23</sup> dienen unter Konkretisierung übergeordneter Ziele durch europäisch

- harmonisierte und mandatierte Normen.
- Vorabprüfung neuer Regulierung durch Impact Assessments sowie regelmäßige nachgelagerte Wirksamkeitsüberprüfung.
- Produktdesignvorgaben so auslegen, dass Innovationen der größtmögliche Spielraum ermöglicht wird.
- Fokus auf globale CO<sub>2</sub>-Emissionsminderung in der Lieferkette legen, auch wenn sich dies negativ auf nationale oder regionale Emissionsbilanzen auswirkt.
- Europäische Einheitlichkeit und globale Kooperation bei CO<sub>2</sub>-Zielen und -Preisen, um erforderliche Reduzierungen zu erreichen und gleichzeitig industrielle Wettbewerbsnachteile zu vermeiden.



# Quellen

01. Julian Kirchherr, Denise Reike, Marko Hekkert: Conceptualizing the circular economy (2017): An analysis of 114 definitions, Resources, Conservation and Recycling, Vol. 127, S. 221–232.
02. United Nations IRP Global Material Flows Database (2021).
03. UNEP (2011), Towards a Green Economy: Pathways to Sustainable Development and Poverty Eradication – A Synthesis for Policy Makers.
04. Circularity Gap Reporting Initiative (2020): Circularity Gap Report 2020.
05. Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg (2021): Sekundärrohstoffe in Deutschland. Studie im Auftrag des NABU.
06. Stellungnahme NABU zum Aktionsplan Kreislaufwirtschaft der EU-Kommission (2020).
07. Stellungnahme NABU zum Aktionsplan Kreislaufwirtschaft der EU-Kommission (2020).
08. Ellen MacArthur Foundation (2020): Financing the Circular Economy.
09. Wir sind uns bewusst, dass die Verwendung des generischen Maskulinums bestimmte Ausschlüsse in der Wahrnehmung produzieren kann, und möchten darauf hinweisen, dass diese einzig aus Gründen der besseren Lesbarkeit gewählt wurde. Die Formulierung bezieht sich dabei ausdrücklich gleichermaßen auf die weibliche Form sowie Personen anderweitiger Geschlechteridentitäten, soweit es für die Aussage erforderlich ist.
10. Die Annahme gleicher Preise ist unter heutigen Bedingungen nicht realistisch, allerdings methodisch notwendig, um die Potenziale ermitteln zu können. Im Abschnitt zu den Implikationen wird darauf Bezug genommen. Eine weitere Beschränkung des Modells liegt in den Substitutionsquoten der Primärrohstoffe, die sich beispielsweise bei Baustoffen nochmal auf einer detaillierteren Ebene unterscheiden können, die allerdings im Input-Output-Modell nicht mehr erfassbar ist.
11. BMWi (2019): Rohstoffstrategie der Bundesregierung, ifeu (2021): Sekundärrohstoffe in Deutschland; Eurostat (2021): Beitrag der recycelten Materialien zur Rohstoffnachfrage; Fraunhofer-Institut für Holzforschung Wilhelm-Klauditz-Institut WKI (2021): Holzwerkstoff- und Naturfaser-Technologien; VDP (2019): Papierkompass; Kreislaufwirtschaft Bau (2018): Mineralische Bauabfälle Monitoring 2016; Bvse (2020): Statusbericht der deutschen Kreislaufwirtschaft 2020. BDI-/ Deloitte-Expertenumfrage, die im Zeitraum 29. April bis 04. Mai 2021 durchgeführt wurde. Befragt wurden ausgewählte Experten aus deutschen Verbänden zu ihren Einschätzungen der potenziellen Substitutionsquoten.
12. Induzierte Effekte – also die zusätzlichen Effekte der steigenden Kaufkraft in Deutschland – wurden nicht mitberücksichtigt.
13. Hinweis: „PP“ steht für Prozentpunkte, um die absolute Veränderung zwischen zwei Prozentangaben darzustellen.
14. Die Importquoten beziehen sich hier auf bereits verarbeitete Materialien. Für die zugrundeliegenden Rohstoffe, zum Beispiel Eisenerz bei Stahl, ist die Importabhängigkeit oft höher.
15. Hierbei handelt es sich um den globalen Fußabdruck. Dieser umfasst neben den Einsparungen an Emissionen durch den reduzierten Ressourcenverbrauch (Abbau, Transport, Bearbeitung und Sonstige sowie wirtschaftliche Aktivitäten im Zusammenhang mit den betrachteten Materialien) auch zusätzliche neue Treibhausgasemissionen durch die notwendigen wirtschaftlichen Aktivitäten im Zusammenhang mit den rezyklierten Sekundärrohstoffen bzw. -materialien (zum Beispiel Energiebedarf).
16. Metallerze: Eisen, Aluminium, Kupfer, Gold, Blei, Nickel, sonstige Nichteisenmetalle, Silber, Zinn, Zink; Nichtmetallische Mineralien: Steine, Erden, Kies, Sand, Tone, Kaolin, Kalkstein, Gips, Schiefer, Salz; Treibhausgase: CO<sub>2</sub>, Methan, Lachgas, F-Gase.
17. Greenhouse Gases: CO<sub>2</sub>, Methan, Lachgas, F-Gase.
18. Europäische Kommission (2020): Eco-innovation in Germany 2018–2019.
19. Innerhalb eines Betrachtungszeitraums von 2000 bis 2016.
20. Eurostat (2021): Patente im Zusammenhang mit Recycling und Sekundärrohstoffen.
21. TNO, CE Delft, VNCI, VCI, Cefic, ACC, Deloitte (2021): Carbon Circle Model for the Polymer Industries.
22. Übernommen und angepasst von: Ellen McArthur Foundation und Potting, J. et al.: Circular Economy Action Plan (2021).
23. Das New Legislative Framework ist ein Maßnahmenpaket, welches darauf abzielt, den internen Gütermarkt der Europäischen Union zu stärken. Mittels dieser Maßnahmen soll es gelingen, die Überwachung des Marktes zu verbessern sowie die Qualität von Konformitätsbeurteilungen zu schärfen, zum Beispiel indem diese die Anwendung der CE-Kennzeichnung festlegen; Europäische Kommission (2021).

# Ansprechpartner



**Dr. Thomas Holtmann**  
Abteilungsleiter  
Umwelt, Technik und Nachhaltigkeit  
BDI e.V.  
Tel: +49 (0)30 2028 1550  
t.holtmann@bdi.eu



**Dr. Thomas Schlaak**  
Partner  
Leiter Sustainability Services  
Power, Utilities & Renewables  
Deloitte  
Tel: +49 (0)40 32080 4894  
tschlaak@deloitte.de



**Dr. Alexander Börsch**  
Director  
Chefvolkswirt & Leiter Research  
Deloitte  
Tel: +49 (0)89 29036 8689  
aboersch@deloitte.de



**Lydia Neuhuber**  
Senior Manager  
Sustainability Consulting Lead  
Deloitte  
Tel: +49 (0)89 29036 7447  
lneuhuber@deloitte.de



**Eike-Christian Koring**  
Senior Manager  
Economic Consultant,  
Public Funds Assurance  
Deloitte  
Tel: +49 (0)30 25468 5558  
ekoring@deloitte.de



# Deloitte.

Deloitte bezieht sich auf Deloitte Touche Tohmatsu Limited („DTTL“), ihr weltweites Netzwerk von Mitgliedsunternehmen und ihre verbundenen Unternehmen (zusammen die „Deloitte-Organisation“). DTTL (auch „Deloitte Global“ genannt) und jedes ihrer Mitgliedsunternehmen sowie ihre verbundenen Unternehmen sind rechtlich selbstständige und unabhängige Unternehmen, die sich gegenüber Dritten nicht gegenseitig verpflichten oder binden können. DTTL, jedes DTTL-Mitgliedsunternehmen und verbundene Unternehmen haften nur für ihre eigenen Handlungen und Unterlassungen und nicht für die der anderen. DTTL erbringt selbst keine Leistungen gegenüber Mandanten. Weitere Informationen finden Sie unter [www.deloitte.com/de/ueberUns](http://www.deloitte.com/de/ueberUns).

Deloitte ist ein weltweit führender Dienstleister in den Bereichen Audit und Assurance, Risk Advisory, Steuerberatung, Financial Advisory und Consulting und damit verbundenen Dienstleistungen; Rechtsberatung wird in Deutschland von Deloitte Legal erbracht. Unser weltweites Netzwerk von Mitgliedsgesellschaften und verbundenen Unternehmen in mehr als 150 Ländern (zusammen die „Deloitte-Organisation“) erbringt Leistungen für vier von fünf Fortune Global 500®-Unternehmen. Erfahren Sie mehr darüber, wie rund 330.000 Mitarbeiter von Deloitte das Leitbild „making an impact that matters“ täglich leben: [www.deloitte.com/de](http://www.deloitte.com/de)

Diese Veröffentlichung enthält ausschließlich allgemeine Informationen. Weder die Deloitte Consulting GmbH noch Deloitte Touche Tohmatsu Limited („DTTL“), ihr weltweites Netzwerk von Mitgliedsunternehmen noch deren verbundene Unternehmen (zusammen die „Deloitte-Organisation“) erbringen mit dieser Veröffentlichung eine professionelle Dienstleistung. Diese Veröffentlichung ist nicht geeignet, um geschäftliche oder finanzielle Entscheidungen zu treffen oder Handlungen vorzunehmen. Hierzu sollten Sie sich von einem qualifizierten Berater in Bezug auf den Einzelfall beraten lassen.

Es werden keine (ausdrücklichen oder stillschweigenden) Aussagen, Garantien oder Zusicherungen hinsichtlich der Richtigkeit oder Vollständigkeit der Informationen in dieser Veröffentlichung gemacht, und weder DTTL noch ihre Mitgliedsunternehmen, verbundene Unternehmen, Mitarbeiter oder Bevollmächtigten haften oder sind verantwortlich für Verluste oder Schäden jeglicher Art, die direkt oder indirekt im Zusammenhang mit Personen entstehen, die sich auf diese Veröffentlichung verlassen. DTTL und jede ihrer Mitgliedsunternehmen sowie ihre verbundenen Unternehmen sind rechtlich selbstständige und unabhängige Unternehmen.