

FACT SHEET: EINFÜHRUNG IN DIE CIRCULAR ECONOMY

Teil 1 der Fact Sheet-Reihe Kreislaufwirtschaft

Ein Ergebnis des Themenfeldes 4 – Rahmenbedingungen des Forschungsprojektes
SCI4climate.NRW

SCI4climate.NRW ist ein vom Land Nordrhein-Westfalen unterstütztes Forschungsprojekt zur Entwicklung einer klimaneutralen und zukunftsfähigen Industrie im Jahr 2050. Das Projekt ist innerhalb der Initiative IN4climate.NRW verankert und repräsentiert die Seite der Wissenschaft. Das Projekt erforscht die technologischen, ökologischen, ökonomischen, institutionellen und (infra)-strukturellen Systemherausforderungen für produzierende Unternehmen in Nordrhein-Westfalen. Ein transdisziplinärer Prozess mit den Partnerinnen und Partnern aus der Industrie und Wissenschaft erarbeitet gemeinsam mögliche Pfade und deren Auswirkungen hin zu einer klimaneutralen Industrie.



Bibliographische Angaben

Herausgeber: SCI4climate.NRW
Veröffentlicht: 24. März 2021
AutorIn/nen: Dr. Sarah Fluchs (IW Köln)
Kontakt: fluchs@iwkoeln.de
Bitte zitieren als: SCI4climate.NRW 2021: *FACT SHEET: Einführung in die Circular Economy. Teil 1 der Fact Sheet-Reihe zur Kreislaufwirtschaft, Köln*

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis.....	3
Tabellenverzeichnis.....	3
1 Begriffsdefinition und Notwendigkeit.....	4
2 Modell einer Circular Economy.....	7
3 Status quo in Deutschland und der EU.....	9
4 Potenziale und Herausforderungen der Circular Economy.....	11
5 Best Practice-Beispiele einer Circular Economy.....	12
6 Fazit.....	13
Literaturverzeichnis.....	14

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Nutzungsrate wiederverwendbarer Stoffe	6
Abbildung 2 Erhöhung der Ressourceneffizienz	7
Abbildung 3 Modell einer Circular Economy.....	8
Abbildung 4 Materialflussdiagramm für Deutschland, 2018	10

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Herausforderungen bei der Umsetzung einer Circular Economy.....	12
---	----

1 Begriffsdefinition und Notwendigkeit

Während der deutsche Begriff *Kreislaufwirtschaft* häufig lediglich auf die Abfall- und Recyclingwirtschaft fokussiert, ist der Begriff *Circular Economy* deutlich umfassender definiert. Der Definition des Umweltbundesamtes zufolge soll die Kreislaufwirtschaft „zur Reduzierung der lebenszyklusweiten negativen Auswirkungen sowohl von Materialien und Produkten – durch Einsparung von Primärmaterialien und deren Substitution mit Sekundärmaterialien – als auch der Abfallerzeugung und Abfallbewirtschaftung beitragen“ (UBA, 2020b). Das Konzept der Circular Economy betrachtet die gesamte Wertschöpfungskette beziehungsweise den vollständigen Produktlebenszyklus, weshalb basierend auf dieser Unterscheidung im Rahmen des Projekts der Begriff *Circular Economy* verwendet wird.

Umweltpolitische Notwendigkeit einer Circular Economy

Die weltweiten Treibhausgasemissionen sind in den letzten zwei Dekaden stetig gestiegen (Europäische Kommission, 2020b). Allein in Deutschland, wo die Treibhausgasemissionen seit 1990 zurückgegangen sind, wurden im Jahr 2019 rund 805 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente ausgestoßen (UBA, 2020a). Der Abbau und die Verarbeitung von Rohstoffen ist für circa 50 Prozent der globalen Treibhausgasemissionen verantwortlich und trägt somit wesentlich zur weltweiten Erderwärmung bei. Einer Studie des Intergovernmental Panel on Climate Change zufolge wird die Häufigkeit und Intensität der Klimaauswirkungen zunehmen, sofern die Erderwärmung 1,5 Grad übersteigt (IPCC, 2018). Die Ressourcennutzung weiterer natürlicher Rohstoffe, zum Beispiel Biomasse, Metalle und Mineralien, stieg im Allgemeinen in den letzten Jahren von sechs Milliarden Tonnen im Jahr 1900 auf circa 92 Milliarden Tonnen im Jahr 2017 an (UNEP, 2019) und wird bedingt durch den weltweiten Anstieg der Bevölkerung auf circa 180 Milliarden Tonnen im Jahr 2050 prognostiziert (Hatfield-Dodds et al., 2017). Die Folgen für die Umwelt reichen vom Aussterben von Tier- und Pflanzenarten über die Vernichtung von wertvollen Böden bis zur Wasserknappheit. Diese unerwünschte Folgen sind zu über 90 Prozent auf Rohstoffabbau und -nutzung zurückzuführen, resultieren in Gefahren unter anderem für die menschliche Gesundheit und verursachen hohe wirtschaftliche und soziale Kosten (Europäische Kommission, o.J.; UNEP, 2019).

Im Jahr 2017 wurden auf der Erde zum ersten Mal mehr als 100 Milliarden Tonnen an Materialien verbraucht – der weltweite Temperaturanstieg betrug mehr als 1 Grad gegenüber dem vorindustriellen Niveau (IPCC, 2018). Selbst unter der Annahme, dass alle Länder, die sich im Pariser Abkommen zu Klimaschutzmaßnahmen verpflichtet haben, ihre national festgelegten Minderungsziele erfüllen, werden die jährlichen globalen Treibhausgasemissionen auf circa 52 – 58 Milliarden Tonnen CO₂-Äquivalente geschätzt, was bedeutet, dass die Erderwärmung bis 2030 nicht auf 1,5 Grad begrenzt würde (IPCC, 2018).

Weiterhin wurden 2016 weltweit über 2 Milliarden Tonnen feste Siedlungs- und Gewerbeabfälle¹ erzeugt, von denen etwa ein Drittel auf nicht nachhaltige Weise behandelt wurde. Dieses Volumen wird laut Schätzungen der Weltbank bis 2050 um 70 Prozent auf 3,4 Milliarden Tonnen ansteigen (World Bank, 2018). Im gleichen Jahr lag das Gesamt-Abfallaufkommen (einschließlich gefährlicher Abfälle) in Deutschland bei 411,5 Millionen Tonnen (Statistisches Bundesamt, 2020).

¹ Feste Abfälle umfassen: Siedlungs-, Gewerbe- und Hausmüll. Nicht inkludiert sind: industrielle, medizinische, gefährliche und elektronische Abfälle sowie Bauabfälle.

Sowohl die Entwicklung der Treibhausgasemissionen und der damit verbundene Klimawandel als auch die steigenden Abfallaufkommen verdeutlichen die Notwendigkeit eines Umdenkens von einer linearen hin zu einer zirkulären Weltwirtschaft, in der Produkte und Ressourcen in Kreisläufen gehalten, deren Nutzungsdauer maximiert und der Ressourceneinsatz sowie das Abfallaufkommen reduziert werden.

Die Erkenntnis, dass die Lösung eines strukturellen Problems nicht daraus bestehen kann, lediglich einzelne Einstellungen des bestehenden Systems zu verändern, ist keine neue. Technische, wirtschaftliche oder rechtliche Lösungen separat betrachtet reichen nicht aus, um diesen Herausforderungen zu begegnen. Es bedarf vielmehr eines völlig neuen Systemansatzes (Meadows et al., 1972).

Konzept und Ziele einer Circular Economy

Ziel einer Circular Economy ist, gleichzeitig den Ressourceneinsatz und das Abfallaufkommen zu reduzieren, was durch Wiederverwendung und -verwertung, Recycling von Produkten und Rohstoffen sowie durch ressourceneffizientes Produktdesign (Ökodesign) umgesetzt werden kann.

Eine erfolgreiche Circular Economy trägt somit zu allen drei Dimensionen der nachhaltigen Entwicklung bei. Sie begrenzt den Ressourcen- und Energieeinsatz auf ein von der Natur tolerierbares Maß und nutzt die Kreisläufe der Ökosysteme in den Wirtschaftskreisläufen, indem sie deren natürliche Reproduktionsraten respektiert (Korhonen et al., 2018).

Die weit verbreitete Definition der Ellen MacArthur Foundation unterscheidet zwischen biologischen und technischen Kreisläufen und charakterisiert eine Kreislaufwirtschaft als eine Wirtschaft, die durch ihr Design restaurativ und regenerativ ist und das Ziel hat, Produkte, Komponenten und Materialien zu jedem Zeitpunkt mit ihrem höchsten Nutzen zu erhalten.

Zentral im Rahmen der Circular Economy ist die Betrachtung des gesamten Lebenszyklus einer Ressource – von der Rohstoffgewinnung über das Produktdesign, die Produktion und die Nutzungsphase bis hin zur Entsorgung bzw. Verwertung, z. B. durch Recycling.

Messung der Zirkularität

Bereits vor zehn Jahren hat das Umweltprogramm der Vereinten Nationen (UNEP) ein Konzept zur Entkopplung des natürlichen Ressourcenverbrauchs und dessen Umweltauswirkungen vom Wirtschaftswachstum vorgelegt (UNEP, 2011). Nichtsdestotrotz ist die Weltwirtschaft weitestgehend linear ausgerichtet. Der Weg zu einer zirkulären Wirtschaft ist noch weit. So gibt der Circularity Gap Report an, dass die globale Wirtschaft im Jahr 2020 lediglich zu 8,6 Prozent zirkulär war, was insbesondere hinsichtlich der Tatsache, dass der Anteil im Jahr 2018 bei 9,1 Prozent lag, kritisch zu bewerten ist (Circle Economy, 2021). Dieser stark vereinfachte Indikator gibt den Anteil der recycelten Materialien an den gesamten Materialinputs in die Weltwirtschaft pro Jahr an und soll hier lediglich als Richtwert dienen. Der Bericht gibt weiterhin an, dass eine Verdopplung der Zirkularität ausreichen würde, die Emissionslücke zu schließen.² Bis 2030 können durch die Transformation hin zu einer Circular Economy

² Die Emissionslücke bezeichnet die Differenz zwischen den prognostizierten zukünftigen weltweiten Treibhausgasemissionen, wenn die Länder ihre Klimaschutzzusagen umsetzen, und den globalen Emissionsniveaus von

Kosten reduziert und Arbeitsplätze geschaffen werden. So stellen die Europäische Kommission und das Europäische Parlament fest: "Durch Abfallvermeidung, Ökodesign, Wiederverwendung und ähnliche Maßnahmen ließen sich jährlich Nettoeinsparungen von 600 Milliarden EUR beziehungsweise 8 Prozent des Jahresumsatzes der Unternehmen in der EU erzielen und gleichzeitig die Treibhausgasemissionen um 2-4 Prozent reduzieren.“ Die Europäische Kommissionen sieht zudem in einer erfolgreichen Umsetzung das Potenzial zur Modernisierung des europäischen Wirtschaftsraums sowie zur Schaffung einer Grundlage für eine langfristige nachhaltige Entwicklung (Europäische Kommission, 2015).

Ein ähnlicher Indikator zur Messung der Zirkularität ist die Nutzungsrate wiederverwendbarer Stoffe (engl.: circular material use rate), welche von Eurostat für Europa berechnet und herausgegeben wird. Die Nutzungsrate wiederverwendbarer Stoffe misst – bezogen auf den Gesamtmaterialverbrauch – den Anteil des Materials, das wiederverwendet und in die Wirtschaft zurückgeführt wird, das heißt die Einsparung des Primärrohstoffabbaus.

Deutschland lag im Jahr 2019 mit seiner Nutzungsrate wiederverwendbarer Stoffe mit 12,2 Prozent im europäischen Durchschnitt (Abbildung 1).

Sie ist stark abhängig vom eingesetzten Material und betrug 2017 in Europa beispielsweise bei Metallen 21,8 Prozent, bei nichtmetallischen Mineralien 14,7 Prozent, bei Biomasse 8,7 Prozent und bei fossilen Brennstoffe lediglich 2,5 Prozent (Abbildung 1).

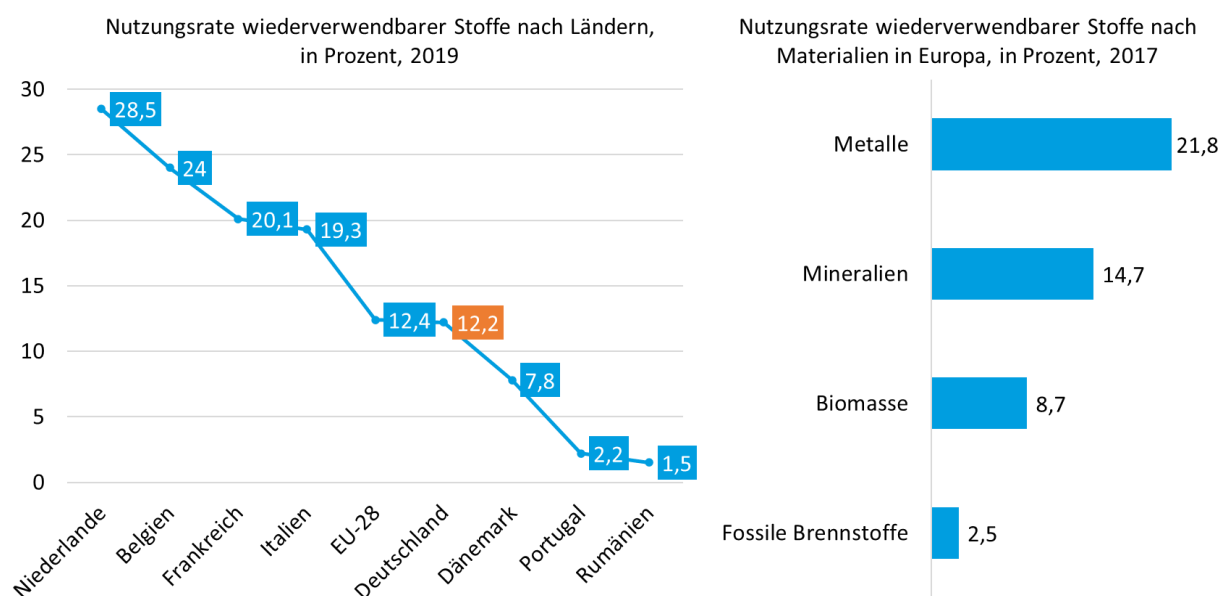


Abbildung 1 Nutzungsrate wiederverwendbarer Stoffe (Eurostat, 2021, 2020a)

Umsetzung

Eine Bedingung zur Realisierung einer Circular Economy ist die Herstellung hochwertiger Rezyklate durch entsprechende Wiederverwendungs-, Wiederverwertungs- und Recyclingprozesse, die allerdings auf wirtschaftliche, technische, soziale und ökologische Herausforderungen stoßen.

Least-Cost-Pfaden, die mit dem Erreichen der Temperaturziele des Pariser Abkommens im Einklang stehen (UNEP, 2020).

Wiederverwendungs-, Wiederverwertungs- und Recyclingprozesse müssen weiter erforscht und so weit verbessert werden, dass eine zirkuläre Wirtschaft für die Rohstoffe gelingen kann. Zusätzlich zu einer Reduzierung des Ressourcenverbrauchs muss eine längere Nutzungsdauer der Produkte erreicht werden, das heißt die eingesetzten Rohstoffe und Materialien müssen länger im Kreislauf gehalten werden. Dazu sind Möglichkeiten der Reparatur, Aufarbeitung und Wiederaufbereitung unabdingbar. Eine weitere Strategie auf dem Weg zur Circular Economy ist das Ersetzen von Materialien beziehungsweise deren Austausch gegen weniger schädliche oder erneuerbare Ressourcen. Eine Übersicht über die Möglichkeiten einer verbesserten Ressourceneffizienz gibt Abbildung 2.

	Weniger verbrauchen	Mehrmalig gebrauchen	Ersetzen
Prozesse	Materialeinsparung & Abfallvermeidung	Reuse & Recycling	Neue / veränderte Werkstoffauswahl
Produkt- design	Langlebigkeit, Reparierbarkeit & Material-/ Energieeffizient	Recyclingfähigkeit & Aufrüstbarkeit	Problemstoffarmut & alternative Rohstoffe (nachwachsend/ recycelt)

Abbildung 2 Erhöhung der Ressourceneffizienz (Neligan et al., 2021)

2 Modell einer Circular Economy

Das von der Ellen MacArthur Foundation entwickelte Modell einer Circular Economy hat sich insbesondere durch die Verwendung der Europäischen Union im Circular Economy Package etabliert. Zentral ist die Betrachtung der Wirtschaft anhand von zwei separaten Kreisläufen – dem technischen und dem biologischen Kreislauf. Ein weiteres vereinfachtes Modell einer Circular Economy des Umweltprogramms der Vereinten Nationen veranschaulicht die unterschiedlichen Wiederverwertungs- und Recyclingstufen anhand der wichtigen Prozesse und Stationen entlang des Lebenszyklus und unterscheidet ebenso die Geschäftsbeziehungen zwischen Hersteller und Nutzer und bietet durch seinen anderen Fokus eine sinnvolle Ergänzung zum Modell der Ellen MacArthur Foundation. Abbildung 3 stellt das Modell des UNEP dar, welches aufgrund der Simplifizierung und Anschaulichkeit für die weitere Betrachtung als Grundlage dienen soll. Das Leitprinzip dieses Modells ist *Reduzierung durch Design*.

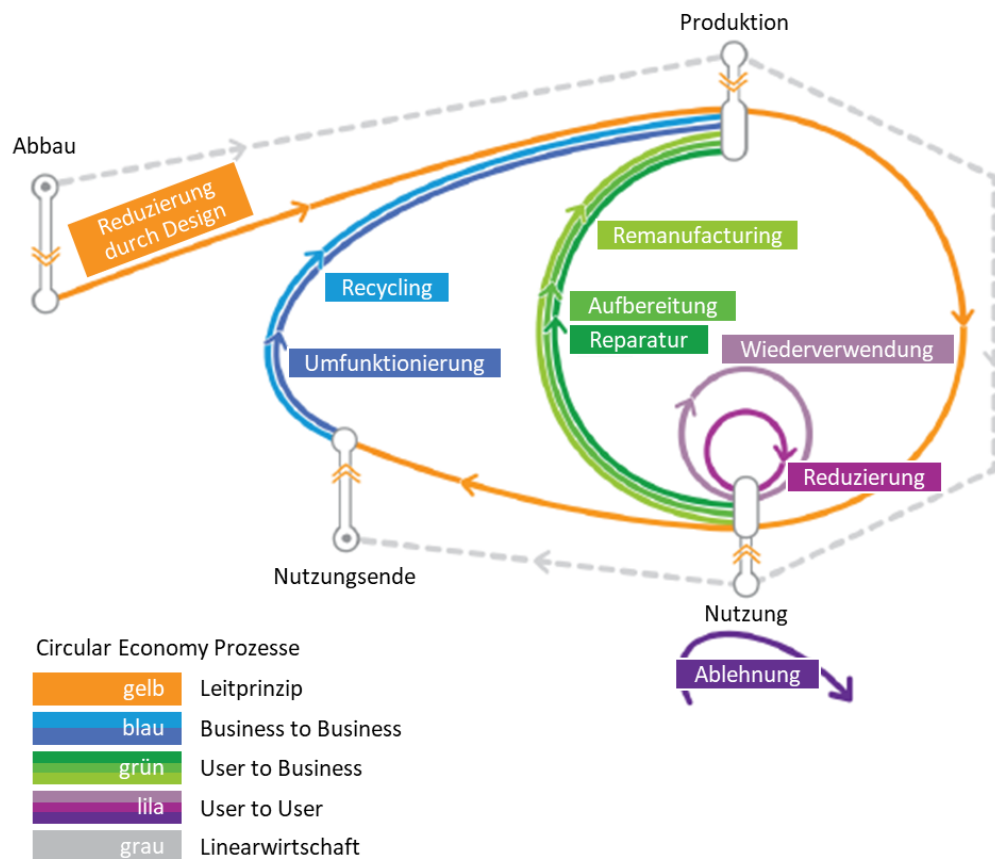


Abbildung 3 Modell einer Circular Economy (UNEP, 2019)

Kreislaufschließung

Auch in einer Circular Economy gibt es Abbildung 3 keine vollständige Schließung der Kreisläufe. Es müssen weiterhin Materialien und Ressourcen ausgeschleust werden, jedoch muss das Ziel sein, diesen Anteil der Linearwirtschaft zu minimieren und insbesondere negative Externalitäten weitestgehend zu vermeiden (UBA, 2021). Weiterhin können nicht zwingend bisherige Praktiken und Prozesse optimiert und anschließend skaliert werden. Laut des European Academies' Science Advisory Council kann die ökonomische Gesamtbilanz aufgrund des steigenden Energieverbrauchs im Recycling durch höhere Recyclingquoten in diesem Fall durchaus negativ beeinflusst werden (EASAC, 2015). Außerdem sollten umweltschädliche Stoffe nicht ungehindert weiter im Kreislauf zirkulieren (UBA, 2020b). Das Umweltbundesamt schlussfolgert entsprechend, dass eine vollständige Zirkularität nicht für jeden einzelnen Rohstoff und jedes Material zielführend ist, sondern Einbußen toleriert werden müssen (UBA, 2021).

Systemische Betrachtung

Die Circular Economy muss als Konzept für ein gesamtes Wirtschaftssystem gedacht werden, einzelne Produkte oder Materialien können separiert betrachtet nicht vollständig zirkulär gestaltet werden. Vielmehr müssen verschiedene Industriezweige, Sektoren und Stoffkreisläufe ganzheitlich betrachtet und in einer Circular Economy miteinander verknüpft werden, da Ausschüsse aus einem Prozess den Input für einen anderen Prozess liefern oder in anderen Anwendungen weitergenutzt werden können. Eine effiziente zirkuläre Wirtschaftsweise muss die gesamten Materialflüsse analysieren, neu

strukturieren, Lebenszyklusanalysen durchführen und erfordert insbesondere ein systemisches Umdenken (Lui et al., 2015).

Die Europäische Kommission fasst drei vorherrschende Ziele in einem Framework zusammen, die allesamt erreicht werden müssen, um ein nachhaltiges Wirtschaften zu ermöglichen.

- 1) Umweltgerechtes Produktdesign**
- 2) Befähigte Verbraucher**
- 3) Zirkuläre Produktionsprozesse**

Neben den bereits beschriebenen zirkulären Prozessen ist ein befähigter Verbraucher sehr zentral. In einer linearen Wirtschaft findet ein einseitiger Material- und Informationsfluss von den Zulieferern zum Produzenten über den Händler an den Konsumenten statt. Dort gehen produktspezifische Informationen in der Regel in der aktuellen Wirtschaftsweise verloren; sie gelangen weder zurück zum Produzenten, noch stehen sie den Verwertern und Recyclern zur Verfügung. Hier muss der Konsument entsprechend befähigt, Informationssysteme müssen aufgebaut und die Wirtschaftsweise muss so umgestaltet werden, dass eine Zirkularität nicht nur erreicht, sondern auch effizient umgesetzt werden kann und jeder Teilnehmer entlang des Produktlebenszyklus über die notwendigen Informationen verfügt. Die Europäische Kommission postuliert ebenso, dass der Materialwert über die Gesamtlebenszeit eines Produkts in einer Circular Economy hochgehalten werden kann und durch die unterschiedlichen Konzepte des Reparierens, Wiederverwertens, Remanufacturings und Recyclings auf den unterschiedlichen Ebenen des gesamten Produkts, einzelner Komponenten oder Materialien, ein Produkt nicht unmittelbar nach der Nutzung in seiner Gesamtheit als Abfall deklariert werden muss.

Das umweltgerechte Produktdesign ist von zentraler Bedeutung für eine funktionierende Circular Economy und hat das Ziel, die Umweltbelastungen von Produkten über den gesamten Lebenszyklus betrachtet zu minimieren. Um Produkte wiederverwerten zu können, müssen sie entsprechend gestaltet und produziert sein. Das Ökodesign eines Produkts umfasst die eingesetzten Materialien, die Produktionsprozesse sowie die verfügbaren Informationen für Reparatere und Recycler.

3 Status quo in Deutschland und der EU

Eine Materialflussrechnung, wie in Abbildung 4 dargestellt, gibt Aufschluss über den Status quo der deutschen Wirtschaft auf dem Weg zu einer Circular Economy, das heißt konkret darüber, inwiefern Materialien zirkulär eingesetzt und wiederverwendet werden und in welchen Bereichen die Wirtschaft noch linear strukturiert ist. Bei einem Gesamtmaterialverbrauch von 15,43 Tonnen pro Kopf im Jahr 2018 fallen in Deutschland im Durchschnitt 4,89 Tonnen Abfall³ pro Kopf im gleichen Zeitraum an (Eurostat, 2020b). Die Differenz zwischen gesammelter Abfallmenge und der Gesamtmenge aller Abfälle zur Behandlung lässt sich dadurch erklären, dass Abfälle neben den berücksichtigten Behandlungsmethoden auch exportiert (Handelsbilanz) oder unbehandelt und zum Teil illegal entsorgt (Dunkelziffer) werden können. Von der behandelten Abfallmenge fließen 81 Prozent als Verwertung zurück in die Volkswirtschaft. Von den verschiedenen Verwertungsmethoden macht das Recycling, also die stoffliche Verwertung, knapp 43 Prozent aus, was etwa 2 Kilogramm pro Kopf entspricht. Bezogen auf den Gesamtmaterialverbrauch ergibt sich damit eine Recyclingrate von 12,9 Prozent, was ungefähr der Nutzungsrate wiederverwendbarer Stoffe aus diesem Jahr entspricht. Somit wird deutlich, dass zwar ein

³ Diese Abfallstatistik schließt dominant mineralische Abfälle ein, das heißt sie ist eine Angabe der gesamt anfallenden Abfallmenge in Deutschland.

Großteil der Materialien wiederverwertet, jedoch lediglich energetisch oder in Form von Verfüllung verwertet wird. Das Kreislaufwirtschaftsgesetz priorisiert das Recycling gegenüber anderen Verwertungsformen. Um die Nutzungsrate wiederverwendbarer Stoffe zu erhöhen und damit mehr Materialien direkt im Kreislauf zu führen, muss der Recyclinganteil an der Verwertung deutlich steigen und müssen zusätzliche Abfallvermeidungs- und Produktweaternutzungsoptionen geschaffen und etabliert werden.

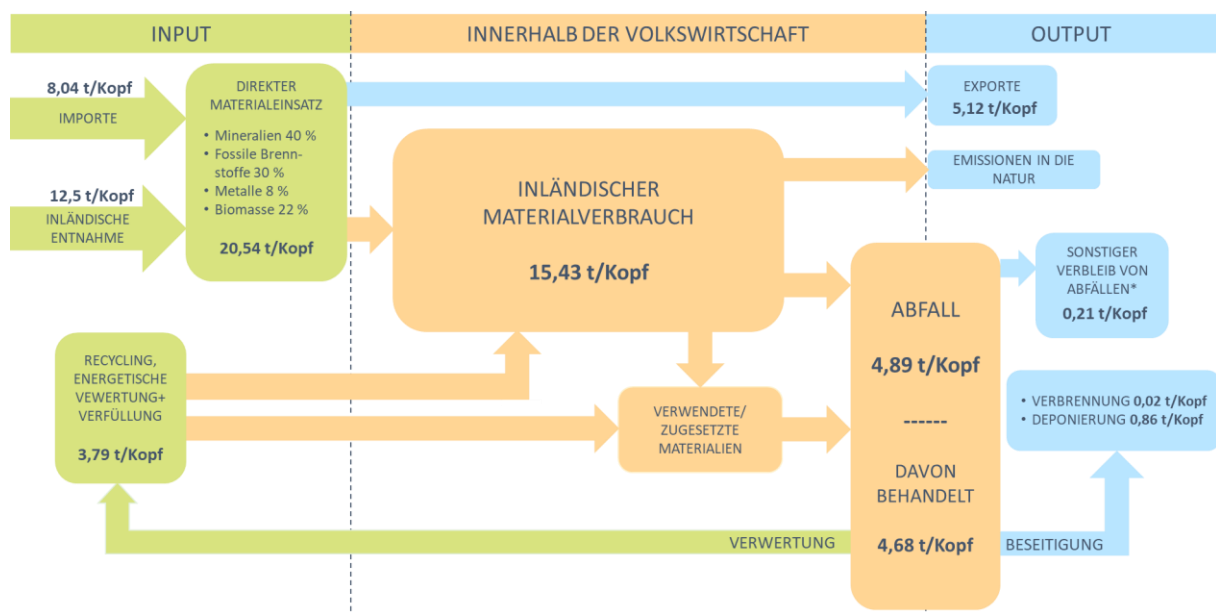


Abbildung 4 Materialflussdiagramm für Deutschland, 2018 (eigene Darstellung in Anlehnung an Eurostat (2020b))

Politische Einbettung

Politisch ist das Konzept der Circular Economy im Rahmen des European Green Deals als eines der zentralen Handlungsfelder auf dem Weg zu einer Klimaneutralität bis 2050 definiert. Im März 2020 verabschiedete die Europäische Kommission einen Aktionsplan für die Circular Economy, worin Ziele und Maßnahmen zur Erreichung dieses Konzepts konkretisiert wurden.

Aufbauend auf bisherigen Arbeiten fokussiert dieser Aktionsplan insbesondere das Produktdesign sowie die Herstellungs- und Verarbeitungsprozesse im Rahmen einer Circular Economy und verfolgt das klare Ziel, die eingesetzten Ressourcen so lange wie möglich in der europäischen Wirtschaft zu halten (Europäische Kommission, 2020a).

Auf nationaler Ebene soll mit dem Deutschen Ressourceneffizienzprogramm (ProgRes), welches aktuell in seiner dritten Fortschreibung ist (ProgRes III), eine Umgestaltung der Wertschöpfungskette zu mehr Ressourcenschonung und Nachhaltigkeit erreicht werden.

Laut Einschätzungen des Umweltbundesamtes liegen hohe Potenziale zur Erhöhung der Ressourceneffizienz im Design for Recycling sowie in Abfallvermeidungsstrategien (UBA, 2021).

4 Potenziale und Herausforderungen der Circular Economy

Dem Circularity Gap Report zufolge kann die Kombination der nationalen festgelegten Beiträge im Rahmen des Pariser Klimaabkommens und die Transformation zu einer Circular Economy die prognostizierten Emissionen im Jahr 2030 circa 33,2 Milliarden Tonnen senken und den Entwicklungspfad so gestalten, dass die Nettoemissionen 2044 bei null lägen. Anstelle eines ansteigenden Rohstoffabbaus von 92 Milliarden Tonnen im Jahr 2018 auf prognostizierte 177 Milliarden Tonnen im Jahr 2050, könnte der Rohstoffabbau in einer Circular Economy verglichen mit 2018 erheblich sinken (Circle Economy, 2021).

Die Umstellung der Wirtschaft auf eine Circular Economy ist ein Paradigmenwechsel in jeglichen Bereichen, der einerseits notwendig und unausweichlich ist, andererseits aber ebenso Herausforderungen mit sich bringt.

Auf dem Weg zu einer effizienten Circular Economy gibt es einige Herausforderungen, die es zu lösen gilt. Von zentraler Bedeutung ist in diesem Zusammenhang der branchenübergreifende Umfang sowie die Integration verschiedenster Akteure entlang der Wertschöpfung aller zentralen Produkte und Vorprodukte einer Wirtschaft. Es müssen neue Kooperationen und Hersteller-Kunde-Beziehungen entstehen, die sich in global organisierten Wertschöpfungsnetzwerken widerspiegeln.

Ein weiterer zentraler Baustein auf dem Weg zu mehr Zirkularität ist neben der Erhöhung der Akzeptanz in der Bevölkerung die Stärkung des Sekundärrohstoffmarktes. Sekundärrohstoffe werden noch zu wenig in neue Produktionsprozesse einbezogen, was zum einen an den hohen Kosten für Sekundärrohstoffe, die unter anderem durch aufwändige und teure Aufbereitungs- und Recyclingprozesse entstehen, zum anderen an deren Verfügbarkeit, dem noch nicht völlig transparent gestalteten Markt sowie Qualitätsaspekten liegt. Die Ressourcenkommission des Umweltbundesamtes schätzt die Quote der Sekundärrohstoffe am Rohstoffeinsatz in Deutschland insgesamt auf nur circa 15 Prozent (BDE et al., 2018).

Ziel muss es jedoch sein, Sekundärmaterialien herzustellen, die eine ausreichend hohe Qualität aufweisen sowie einen entsprechenden Markt vorfinden, der es ermöglicht, Primärmaterialien in industriellen Herstellungsprozessen zu substituieren. Hinsichtlich der Qualität spielen insbesondere die Deklarierung und Klassifizierung der Materialien eine Rolle sowie deren erreichte Reinheiten nach entsprechenden Aufbereitungsprozessen. Das Beispiel von Kunststoffrezyklaten zeigt, dass neben der Produktspezifikation insbesondere die Qualität des Sekundärrohstoffs sowie Regulierungen bezüglich dessen Einsatz in bestimmten Bereichen ein Hindernis für eine intensivere Nutzung darstellen. Nicht spezifiziert ist, ob es sich um zu geringe Qualität oder lediglich um Unsicherheiten handelt (UBA, 2021). Maßnahmen und Strategien zur Reduzierung der Barrieren für die Nutzung von Rezyklaten werden im Ressourceneffizienzprogramm ProgRess III diskutiert.

Politische Regularien haben einen hohen Einfluss auf die Verwertung und Weiternutzung von Rohstoffen, was in Deutschland unter anderem durch die in §45 des Kreislaufwirtschaftsgesetzes erwähnte bedingte Bevorzugung von Sekundärstoffen angegangen werden soll. Aufbereitungs-, Sortier- und Recyclingprozesse müssen effizienter werden, die Politik muss weiter an Qualitätsstandards für eine einheitliche Sekundärrohstoffnutzung arbeiten. Zudem sind Unternehmen gefordert, eine Verwertung der Produkte schon im Produktdesign mitzudenken, was durch die Ökodesignrichtlinie ebenfalls gefördert werden soll. Das Circular Economy Package sowie die inkludierte Plastikstrategie und Ökodesignrichtlinie sind erste wichtige Schritte auf dem Weg zu einer funktionierenden Circular Economy.

Nationale Gesetze wie das Verpackungsgesetz und das Kreislaufwirtschaftsgesetz müssen verpflichtende Rahmenbedingungen schaffen und dafür sorgen, dass europäische Richtlinien einheitlich umgesetzt werden und alle Akteure eine wirtschaftliche Perspektive in der Wertschöpfungskette einer Circular Economy finden können. Die Herausforderungen und Ansätze fasst Tabelle 1 zusammen.

Kategorie	Herausforderungen
Akteure	<ul style="list-style-type: none"> • Branchenübergreifende Integration verschiedenster Stakeholder entlang der Wertschöpfung und Einbindung von nationalen und internationalen Interessensgruppen • Neue Kooperationen und global organisierte Wertschöpfungsnetzwerke
Gesellschaft	<ul style="list-style-type: none"> • Erhöhung der Akzeptanz in der Bevölkerung • Befähigung der Verbraucher durch erhöhte Transparenz
Markt	<ul style="list-style-type: none"> • Stärkung des Sekundärrohstoffmarktes • Effiziente und wirtschaftliche Aufbereitungs- und Recyclingprozesse zur Steigerung der Verfügbarkeit und Erhöhung der Qualität
Politik	<ul style="list-style-type: none"> • Governance: Schaffung von verpflichtenden Rahmenbedingungen und Sicherstellung der Umsetzung von Richtlinien • Guidance: Bedingte Bevorzugung von Sekundärstoffen und Qualitätsstandards für eine einheitliche Sekundärrohstoffnutzung
Produkt	<ul style="list-style-type: none"> • Umweltgerechtes Produktdesign / Design for Recycling • Reparaturverpflichtung und Bereitstellung von Ersatzteilen

Tabelle 1 Herausforderungen bei der Umsetzung einer Circular Economy

5 Best Practice-Beispiele einer Circular Economy

Best Practice: Vytal Global GmbH

Als junges Best Practice-Beispiel für ein erfolgreiches Geschäftsmodell im Rahmen einer Circular Economy mit dem Ziel der Abfallvermeidung und der Idee einer Mehrfachnutzung von Produkten kann das 2019 gegründete Start-up Vytal angeführt werden, welches ein digitales Verleihsystem für Mehrweggeschirr in der Gastronomie anbietet. Das in Köln gegründete Start-up und deren Mehrwegsystem gibt es inzwischen in rund 30 Städten in Deutschland sowie in Österreich. Die Einsparung einer Vytal-Schüssel betrage nach etwa 200 Nutzungen circa 20 Kilogramm CO₂ (Vytal, 2021). Das für Kunden kostenlose System, welches sehr intuitiv und einfach gestaltet ist, kostet die Restaurants und Cafés nur wenig mehr als Einwegverpackungen und bietet somit Nutzungsanreize auf Angebots- und Nachfrageseite, was den Erfolg des jungen Unternehmens stärkt.

Best Practice: cirplus GmbH

Ein weiteres Beispiel bietet das Unternehmen cirplus, welches eine globale Plattform zum Handel mit Sekundärplastik und Kunststoffabfällen anbietet. Ziel ist es, einen Marktplatz zu schaffen, auf dem Entsorger, Recycler, Kunststoffverarbeiter und weitere Akteure entlang der gesamten Wertschöpfungskette zusammengeführt werden können. Neben erhöhter Transparenz und der Zusammenführung der

Akteure bietet die Plattform die Möglichkeit, mit Kunststoffabfällen zu handeln und fördert so den Einsatz und das Recycling von Kunststoffzyklen.

Best Practice: ReUse and Trade GmbH

Einen Business-to-Business Marktplatz für Rohmaterialien, Zwischenprodukte, Endprodukte, Fehlbestellungsmengen, Überhangmengen, Restposten, B-Ware und Gebrauchtmaterialien bietet das Unternehmen ReUse and Trade an. Unter der Mission „Abfallvermeidung durch Wiederverwendung“ werden branchenübergreifend Unternehmen auf dieser Onlineplattform zusammengeführt, um den ökonomischen Wert der Materialien zu nutzen, einen Weiterhandel zu realisieren und eine zu frühe Entsorgung zu vermeiden. Da das Recyceln ebenfalls Emissionen und Kosten verursacht, die Umwelt durch die Prozesse belastet wird, und 10 Prozent aller Materialien zu früh recycelt werden, ist das Ziel des Unternehmens, Materialien und Produkte so lange wie möglich wiederzuverwenden (ReUse and Trade, 2021).

6 Fazit

Der Übergangsprozess zu einer funktionierenden Circular Economy ist komplex. In einer Umstellung von einer Linearwirtschaft hin zu einer zirkulären Wirtschaftsweise sind nicht nur verschiedenste Stakeholder entlang der gesamten Wertschöpfungskette aller Produkte und Materialien, sondern ebenso Interessensgruppen auf internationaler, nationaler und lokaler Ebene einzubinden. Dies stellt eine wesentliche Governance-Herausforderung dar.

Zur Umsetzung und Etablierung einer Circular Economy müssen technologische, administrative und gesellschaftliche Herausforderungen angegangen und Potenziale genutzt werden. Bisher separat agierende Stakeholder müssen sich zusammenschließen und gemeinsame Lösungen finden. Dieser Prozess muss zwingend von der Politik strukturiert und koordiniert werden, da es sich einerseits um komplexe Konstellationen handelt, die eine zielgerichtete Begleitung auf dem Weg zu einer ganzheitlichen Lösung brauchen und es andererseits oftmals kleinteilige Handlungsansätze sind, die eine politische Initiierung und Administration erfordern.

Essenzielle Maßnahmen und Forderungen auf dem Weg dorthin sind folgende:

- Es müssen rechtliche Rahmenbedingungen und bindende Richtlinien für alle Marktteilnehmer geschaffen und etabliert werden.
- Der Markt für Sekundärrohstoffe muss gestärkt werden, sodass eine Wettbewerbsfähigkeit zu Primärrohstoffen entsteht und eine tatsächliche Substitution stattfinden kann.
- Es muss in Technologien und Innovationen investiert werden, um Recyclingquoten zu erhöhen, Aufbereitungstechnologien zu verbessern, Produktionsprozesse anzupassen und Produkte kreislauffähig zu gestalten.
- Neue Geschäftsmodelle müssen entstehen und gefördert werden, was neue Kooperationen, Logistiksysteme und Wertschöpfungsnetzwerke bedingt.
- Es muss sichergestellt werden, dass Maßnahmen für eine Circular Economy anderen gesamtgesellschaftlichen Zielen, wie der Klimaneutralität oder der Bekämpfung der Armut und Ungleichheit nicht entgegenstehen.

Literaturverzeichnis

- BDE; BDSC; bvse; ITAD; PlasticsEurope Deutschland e.V.; VDM et al. (2018): Statusbericht der deutschen Kreislaufwirtschaft - Einblicke und Aussichten. Online verfügbar unter https://www.bvse.de/images/pdf/Nachrichten_2018/Statusbericht_2018_Ansicht_und_Druck.pdf.
- Circle Economy (2021): The Circularity Gap Report 2021. Online verfügbar unter <https://www.circularity-gap.world/2021>.
- EASAC (2015): Circular economy: a commentary from the perspectives of the natural and social sciences. Online verfügbar unter https://easac.eu/fileadmin/PDF_s/reports_statements/EASAC_Circular_Economy_Web.pdf.
- Europäische Kommission (o.J.): Folgen des Klimawandels. Online verfügbar unter https://ec.europa.eu/clima/change/consequences_de.
- Europäische Kommission (2015): Das Paket zur Kreislaufwirtschaft: Fragen und Antworten. Online verfügbar unter https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/de/MEMO_15_6204.
- Europäische Kommission (2020a): Changing how we produce and consume: New Circular Economy Action Plan shows the way to a climate-neutral, competitive economy of empowered consumers. Online verfügbar unter https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_20_420.
- Europäische Kommission (2020b): CO₂-Emissionen steigen weltweit, sinken aber in der EU. Online verfügbar unter https://ec.europa.eu/germany/news/20200909-emissionen-steigen-weltweit-sinken-aber-der-eu_de.
- Eurostat (2020a): EU circular material use rate. Online verfügbar unter <https://ec.europa.eu/eurostat/de/web/products-eurostat-news/-/DDN-20200312-1#:~:text=The%20circular%20material%20use%20rate%20is%20part%20of%20the%20EU,around%2056%20%25%20in%20the%20EU>.
- Eurostat (2020b): Material flows in the circular economy. Online verfügbar unter https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Material_flows_in_the_circular_economy#S.
- Eurostat (2021): Circular material use rate. Online verfügbar unter https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/cei_srm030/default/table?lang=en.
- Hatfield-Dodds, S.; Schandl, H.; Newth, D.; Obersteiner, M.; Cai, Y.; Baynes, T. et al. (2017): Assessing global resource use and greenhouse emissions to 2050, with ambitious resource efficiency and climate mitigation policies. In: *Journal of Cleaner Production* (144), S. 403–414.
- IPCC (2018): Summary for Policymakers. In: Global Warming of 1.5 °C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5 °C above preindustrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty. Online verfügbar unter https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2020/07/SR1.5-SPM_de_barrierefrei.pdf.
- Korhonen, J.; Honkasalo, A.; Seppälä, J. (2018): Circular Economy: The Concept and its Limitations. In: *Ecological Economics* (143), S. 37–46.
- Lui, J.; Mooney, H.; Hull, V.; Davis, S.; Gaskell, J. et al. (2015): Systems integration for global sustainability. Online verfügbar unter <https://science.sciencemag.org/content/347/6225/1258832>.
- Meadows, D. H.; Meadows, D. L.; Randers, J.; Behrens, W. (1972): *The Limits to Growth*. New York: Universe Books.
- Neligan, A.; Engels, B.; Schäfer, T.; Schleicher, C.; Fritsch, M.; Schmitz, E.; Wiegand, R. (2021): Digitalisierung als Enabler für Ressourceneffizienz in Unternehmen. Online verfügbar unter

https://www.iwkoeln.de/fileadmin/user_upload/Studien/Gutachten/PDF/2021/Ressourceneffizienz_4.0_Hauptbericht_final.pdf.

ReUse and Trade (2021): Ihr B2B-Marktplatz. Online verfügbar unter <https://reuseandtrade.de/>.

Statistisches Bundesamt (2020): Abfallbilanz (Abfallaufkommen / -verbleib, Abfallintensität, Abfallaufkommen nach Wirtschaftszweigen) 2018. Online verfügbar unter https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Umwelt/Abfallwirtschaft/Publikationen/Downloads-Abfallwirtschaft/abfallbilanz-pdf-5321001.pdf?__blob=publicationFile.

UBA (2020a): Entwicklung der Treibhausgasemissionen in Deutschland. In: Treibhausgasemissionen gingen 2019 um 6,3 Prozent zurück. Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/presse/pressemittelungen/treibhausgasemissionen-gingen-2019-um-63-prozent/>.

UBA (2020b): Leitsätze einer Kreislaufwirtschaft. Dessau-Roßlau. Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/leitsaetze-einer-kreislaufwirtschaft>.

UBA (2021): Innovationen für die Circular Economy - Aktueller Stand und Perspektiven. Online verfügbar unter https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5750/publikationen/2021_01_11_uib_01-2021_innovationen_circular_economy.pdf.

UNEP (2011): Decoupling natural resource use and environmental impacts from economic growth, A Report of the Working Group on Decoupling to the International Resource Panel. Nairobi. Online verfügbar unter <https://www.resourcepanel.org/file/400/download?token=E0TEjf3z>.

UNEP (2019): UN Environment International Resource Panel Global Material Flows Database. Online verfügbar unter <https://www.resourcepanel.org/global-material-flows-database>.

UNEP (2020): Emissions Gap Report 2020. Nairobi. Online verfügbar unter <https://www.unep.org/emissions-gap-report-2020>.

Vytal (2021): Digitales Mehrwegsystem für Take-Away, Delivery und Convenience Food. Online verfügbar unter <https://www.vytal.org/>.

World Bank (2018): What a Waste 2.0. A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050. Overview booklet. Online verfügbar unter <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/30317>.