

## »» Circular Economy als Schlüssel für nachhaltiges Wirtschaften und Ressourcensicherheit

Nr. 258, 19. Juli 2019

Autorin: Anke Brüggemann, Telefon 069 7431-1736, anke.brueggemann@kfw.de

Der ungebremsste Anstieg des globalen Ressourcenverbrauchs ist Hauptverursacher des globalen Klimawandels und des Biodiversitätsverlusts. Gleichzeitig nimmt die Konkurrenz um knappe Rohstoffe zu. Angesichts dieser Herausforderungen soll die Circular Economy einen Beitrag dazu leisten, eine nachhaltige und wettbewerbsfähige Wirtschaft zu schaffen. Ziel ist das Design ganzer Produktionssysteme in Form von geschlossenen Kreisläufen und die damit einhergehende Minimierung von Abfällen, Emissionen bzw. Material- und Energieverlusten. Hierfür sind entlang der gesamten Wertschöpfungskette umfangreiche Maßnahmen notwendig.

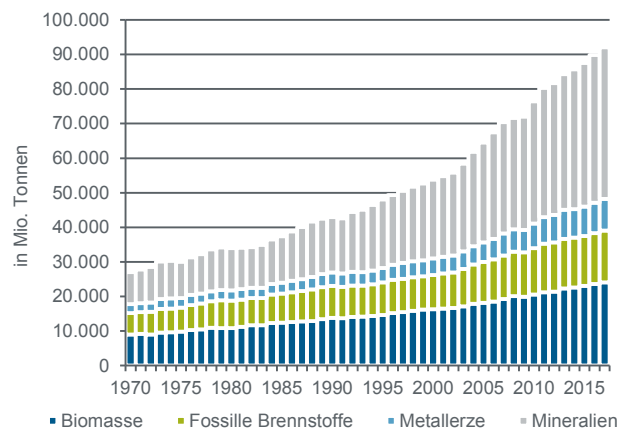
Im Dezember 2015 veröffentlichte die EU-Kommission den „EU Action Plan for the Circular Economy“, welcher den Übergang zu einer stärker kreislaforientierten Wirtschaft in der EU fördern soll. Dass Europa erst am Anfang eines langfristigen Prozesses steht, verdeutlicht folgende Zahl: 2016 stammten durchschnittlich nur 12 % der in der EU eingesetzten materiellen Ressourcen aus Recyclingprodukten und zurückgewonnenen Materialien. Mit Blick auf die abfallwirtschaftliche Seite der Circular Economy – dem Recycling – gehört Deutschland zu den Vorreitern in der EU. Bezüglich der Themen Abfallvermeidung, lange Produktnutzungsdauer, recyclingfreundliche Produktgestaltung sowie Materialeffizienz zeigt sich, dass Deutschland, wie Gesamteuropa, noch große Entwicklungspotenziale aufweist.

Der Wandel zu einer Circular Economy wird nicht von allein kommen. Wesentliche Hemmnisse sind höhere Kosten von hochwertigem Recycling im Vergleich zu anderen Abfallentsorgungsmöglichkeiten wie z. B. Müllverbrennung oder Downcycling<sup>1</sup>, niedrige Preise für Primärrohstoffe sowie eine bislang zu geringe Nachfrage nach Recyclingprodukten. Die Umsetzung einer Circular Economy erfordert daher einen klaren regulativen Rahmen sowie wirtschaftliche Anreize. Die EU hat mit ihrem Aktionsplan einen wichtigen Impuls gesetzt. Um eine umfangreiche Entkopplung der Wertschöpfung von der Zufuhr neuer Rohstoffe erreichen zu können, sind allerdings weitere Schritte erforderlich. Notwendig sind insbesondere weitere Maßnahmen zur Verbesserung der Qualität der Recyclingprodukte und eine stärkere Adressierung des Themas Abfallvermeidung.

### Weltweit steigender Ressourcenverbrauch treibt Klimawandel und Artenverlust

Der weltweite Anstieg des Ressourcenverbrauchs hält unvermindert an. Getrieben durch Bevölkerungs- und Wirtschaftswachstum sowie steigenden Lebensstandard hat sich seit 1970 der weltweite Rohstoffabbau mehr als verdreifacht. Er stieg von 27 Mrd. Tonnen im Jahr 1970 auf 92 Mrd. Tonnen im Jahr 2017 an (Grafik 1). Im gleichen Zeitraum hat sich die Weltbevölkerung verdoppelt und das globale Bruttoinlandsprodukt vervierfacht. Bei Fortschreibung des derzeitigen Trends wird erwartet, dass sich der weltweite jährliche Rohstoffverbrauch bis 2060 mit 190 Mrd. Tonnen noch einmal verdoppelt.<sup>2</sup>

Grafik 1: Weltweiter Rohstoffabbau, 1970–2017



Quelle: IRP (2019).

Der Abbau und die Nutzung von Rohstoffen bringen erhebliche Umweltbeeinträchtigungen mit sich, die von der Freisetzung von Treibhausgasen über Schadstoffeinträge in Luft, Wasser und Boden bis zur Schädigung von Ökosystemen reichen können. Das von den Vereinten Nationen eingesetzte Wissenschaftsgremium „International Resource Panel“ (IRP) schätzt, dass die Hälfte der globalen Treibhausgasemissionen und über 90 % des Verlusts an biologischer Vielfalt und der Gewässerbelastungen durch die Gewinnung und Verarbeitung von Biomasse, fossilen Brennstoffen, Mineralien und Metallerze verursacht werden. Damit ist das ungebrochen schnelle Wachstum der Rohstoffnutzung der Hauptverursacher des globalen Klimawandels und des Biodiversitätsverlusts.<sup>3</sup>

**Zunehmende Konkurrenz um Rohstoffe**

Zugleich führen der weltweite Anstieg der globalen Rohstoffnachfrage und die Begrenztheit natürlicher Ressourcen zu steigenden Preis- und Versorgungsrisiken auf den internationalen Rohstoffmärkten. Wie bei den Energierohstoffen gibt es auch bei wichtigen Rohstoffen für die materielle Nutzung Konzentrationen des Abbaus auf einzelne – zum Teil politisch instabile – Länder oder wenige Bergbauunternehmen. Ferner haben einige Länder bereits begonnen, Reserven strategisch wichtiger Rohstoffe zu bilden, ihren Rohstoffexport zu drosseln oder durch Firmenübernahmen ihren Zugriff auf Rohstoffe in anderen Regionen zu sichern.<sup>4</sup> Aufgrund seiner hohen Importabhängigkeit ist Deutschland im besonderen Maß den Risiken auf den Rohstoffmärkten ausgesetzt. Im Jahr 2014 stammten 58 % der Rohstoffe, die in Deutschland für die Herstellung von Gütern verwendet wurden, aus dem Ausland – ein Großteil davon in Form von Vorleistungen in importierten Produkten. Bei Metallerzen betrug die Importquote 100 %, da Deutschland praktisch keine Erzvorkommen besitzt bzw. deren Ausbeutung nicht wirtschaftlich ist.<sup>5</sup> Vor diesem Hintergrund sind der sparsame und effiziente Einsatz von Ressourcen sowie das Recycling bereits heute wichtige Bausteine der deutschen Wirtschafts- und Umweltpolitik, um einerseits die Rohstoffversorgung und Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands langfristig zu sichern und andererseits die negativen Umweltwirkungen, die mit dem Abbau und der Weiterverarbeitung von Primärrohstoffen verbunden sind, zu vermindern.<sup>6</sup>

**Übergang von einer linearen zu einer zirkulären Wirtschaft erforderlich**

Um die natürlichen Lebensgrundlagen des Menschen auf Dauer sichern zu können, hält das IRP ein Umsteuern in der Rohstoffnutzung für erforderlich. Es fordert in seinem jüngsten UN-Bericht (März 2019) politische Entscheidungsträger dazu auf, den Wandel von einer linearen zu einer zirkulären Wirtschaft durch eine Kombination langlebiger Produkte, intelligenten Produktdesigns, Standardisierung, Wiederverwendung und Recycling voranzutreiben. Modellierungen des Wissenschaftsgremiums ergeben, dass mit diesen Instru-

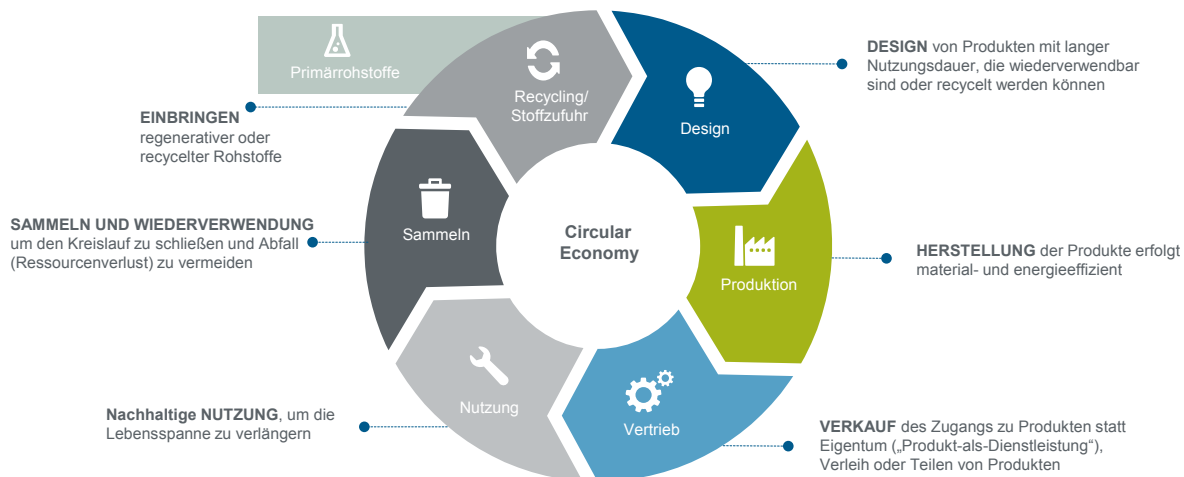
menten einer ressourceneffizienten Wirtschaftspolitik sowohl der globale Wohlstand weiter wachsen könnte als auch die globalen Klimaschutzziele erreichbar wären.<sup>7</sup>

Das IRP greift damit das Konzept der Circular Economy auf, welches in den letzten Jahren verstärkte Aufmerksamkeit in Wissenschaft und Gesellschaft erfahren hat. Bislang ist das Konzept nicht einheitlich definiert. Ziel ist jedoch grundsätzlich die möglichst umfangreiche Entkopplung der Wertschöpfung von der Zufuhr neuer Rohstoffe. Häufig wird der Begriff „Circular Economy“ mit dem deutschen Ausdruck „Kreislaufwirtschaft“ gleichgesetzt. Dieser Begriff ist jedoch zu eng gefasst, da „Kreislaufwirtschaft“ in Deutschland oftmals noch allein mit Recycling in Verbindung gebracht wird. Das Konzept der Circular Economy geht aber weit darüber hinaus: Ziel ist das Design ganzer Produktionssysteme in Form von geschlossenen Kreisläufen und die damit einhergehende Minimierung von Abfällen, Emissionen bzw. Material- und Energieverlusten (siehe Grafik 2). Konsequenterweise ist Circular Economy der weit gehende Abschied von dem derzeit international vorherrschenden linearen Wirtschaftsmodell des „Produzieren – Nutzen – Wegwerfen“.

Ein idealtypisches Modell der Circular Economy erfordert Veränderungen entlang der gesamten Wertschöpfungskette:<sup>8</sup>

- **Design:** Produkte werden so konzipiert, dass eine Wiederverwendung, sortenreines Recycling sowie eine lange Nutzungsdauer möglich sind.
- **Produktion:** Die Herstellung der Produkte erfolgt material- und energieeffizient.
- **Vertrieb:** Geschäftsmodelle werden für eine möglichst hohe Auslastung von Gütern angepasst (z. B. Verleihen oder Teilen von Produkten).
- **Nutzung:** Der Konsum der Produkte ist auf eine lange Nutzungsdauer ausgerichtet (inkl. Reparatur und Wiederver-

**Grafik 2: Wertschöpfungskreislauf in der Circular Economy**



Quelle: KfW-Research, in Anlehnung an acatech (2018).

wenden von Altprodukten).

- **Sammlung/Recycling:** Nach der Nutzung werden die Produkte einer differenzierten Entsorgungsstruktur zugeführt, die durch eine gezielte Erfassung mit anschließender Sortierung die Basis für ein hochwertiges Recycling der Materialien bildet.
- **Rückführung:** Die zurückgewonnenen Sekundärrohstoffe werden dem Produktionsprozess wieder zugeführt; der Einsatz von Primärrohstoffen wird minimiert.

### Die EU auf dem Weg zur Circular Economy

Mit dem 2015 veröffentlichten „EU Action Plan for the Circular Economy“ gibt die Europäische Union deutliche Impulse zur Förderung des Übergangs zu einer stärker kreislauforientierten Wirtschaft in der EU. Ziel des Arbeitsprogramms ist, „den Wert von Produkten, Stoffen und Ressourcen innerhalb der Wirtschaft so lange wie möglich zu erhalten und möglichst wenig Abfall zu erzeugen.“ Die Vorschläge decken den gesamten Lebenszyklus ab: Von Produktion und Verbrauch bis zur Abfallbewirtschaftung und dem Markt für Sekundärrohstoffe. Neben einer Senkung des Ressourcen- und Energieverbrauchs und des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes will die EU mit dem Paket Unternehmen vor Ressourcenknappheit schützen sowie die eigene Wirtschaft global wettbewerbsfähiger machen. Auch neue Geschäftsmöglichkeiten und Arbeitsplätze erhofft man sich in Brüssel.<sup>9</sup>

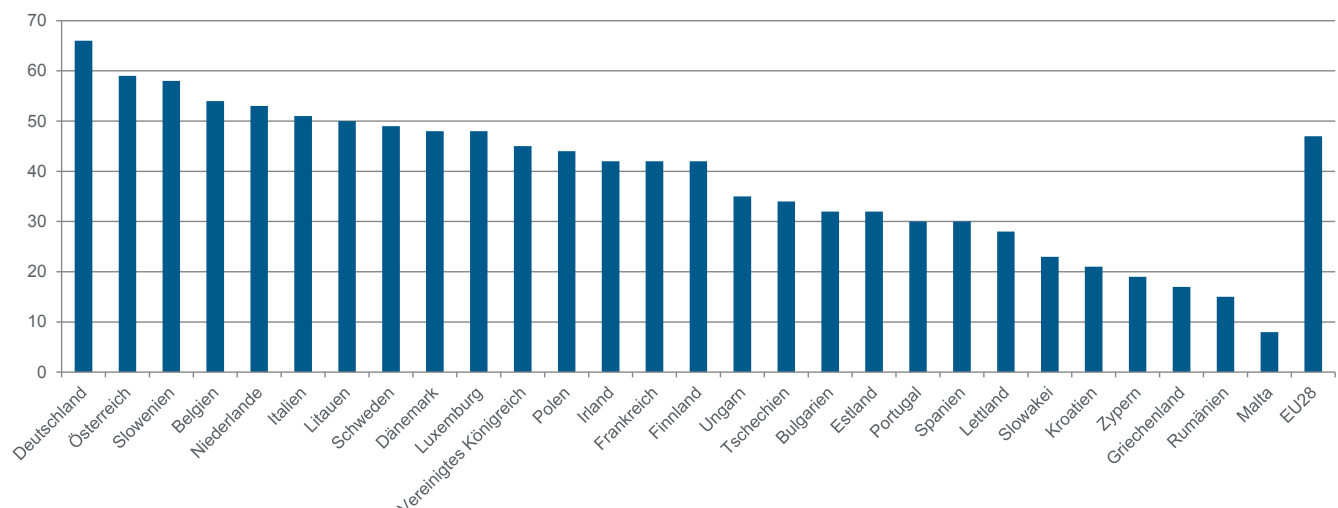
In Folge des Aktionsplans wurden bereits diverse Maßnahmen verabschiedet. Zu den prominentesten EU-Beschlüssen zählen sicherlich die neuen Recyclingziele für Siedlungsabfälle und das Vermarktungsverbot von bestimmten Einweg-Kunststoffprodukten. Die Regelungen sehen vor, dass ab 2025 in den jeweiligen EU-Mitgliedstaaten mindestens 55 % der Siedlungsabfälle (umfasst Hausmüll und hausmüllähnlichen Gewerbeabfall) recycelt werden müssen, ab 2030 gilt das für 60 % und ab 2035 für 65 %. Aktuell liegt die durch-

schnittliche europäische Recyclingquote für diese Abfallfraktion bei 47 %.<sup>10</sup> Darüber hinaus dürfen ab 2035 in den EU-Ländern höchstens nur noch 10 % aller Siedlungsabfälle deponiert werden.<sup>11</sup> Zum Schutz der Meere und der Umwelt gilt ab 2021 ein europaweites Verkaufsverbot von Kunststoffellern und -besteck, Kunststoffrührstäbchen, Luftballonhaltern, Bechern aus Styropor sowie Wattestäbchen mit Kunststoffanteil. Alle Gegenstände zählen zu den an europäischen Stränden am häufigsten gefundenen Einwegprodukten. Zudem müssen bis 2030 neue Einweg-Getränkeflaschen aus Plastik zu mindestens 30 % aus recycelten Kunststoffen bestehen.

Am Beispiel der Siedlungsabfälle lässt sich zeigen, dass das Abfallaufkommen und die gegenwärtigen Entsorgungspraktiken in den einzelnen EU-Ländern recht unterschiedlich sind. Die höchsten Mengen an Siedlungsabfällen pro Kopf und Jahr fallen in Dänemark (777 kg) an, gefolgt von Malta (647 kg), Zypern (640 kg) und Deutschland (626 kg). Die niedrigsten Werte gibt es in Rumänien (261 kg), Polen (307 kg), Tschechien (333 kg) und der Slowakei (348 kg). In den wohlhabenderen Ländern wird tendenziell mehr Abfall pro Person produziert. In Zypern und Malta ist auch der Tourismus für die höheren Mengen mitverantwortlich. Das Deponieren von Siedlungsabfall kommt in Belgien, den Niederlanden, Schweden, Dänemark, Deutschland, Österreich und Finnland kaum vor, da die Abfallverbrennung neben dem Recycling eine wesentliche Rolle spielt. In Griechenland, Malta, Kroatien, Zypern und Rumänien hingegen landen immer noch mehr als drei Viertel der Siedlungsabfälle auf Mülldeponien. Deutschland und Österreich weisen mit 66 bzw. 59 % die höchsten Recyclingquoten in Europa aus (Grafik 3).<sup>12</sup> Diese Zahlen unterstreichen, dass die jeweiligen EU-Mitgliedstaaten vor unterschiedlich starken Herausforderungen stehen, um die von der EU festgelegten Recycling- und Deponierungsquoten im Bereich der Siedlungsabfälle zu erreichen.

### Grafik 3: EU-Recyclingquoten von Siedlungsabfall

Anteil der recycelten oder kompostierten Siedlungsabfälle in Prozent



Quelle: Europäisches Parlament (2018), Datenstand 2016.

Die EU steht mit ihrem Aktionsplan Circular Economy erst am Anfang eines langfristigen Prozesses. Dass Europa insgesamt noch einen weiten Weg zu einer kreislauforientierten Wirtschaft vor sich hat, verdeutlicht folgende Zahl: 2016 stammten durchschnittlich nur 12 % der in der EU eingesetzten materiellen Ressourcen aus Recyclingprodukten und zurückgewonnenen Materialien.<sup>13</sup> Um weit gehend geschlossene Stoffkreisläufe erreichen zu können, sind weitere Schritte erforderlich. Notwendig sind insbesondere weitere Maßnahmen zur Verbesserung der Qualität der Recyclingprodukte und eine stärkere Adressierung des Themas Abfallvermeidung. Obwohl die EU der Abfallvermeidung höchste Priorität einräumt, fallen die Regelungen hier in ihrer Verbindlichkeit bislang deutlich gegenüber dem klassischen Recycling ab. Die bisher von der EU verabschiedeten Maßnahmenpakete fokussieren zudem sehr stark auf die Fraktion der Siedlungsabfälle, die rund 10 % der gesamten EU-Abfallmenge ausmachen. Andere Abfallarten, wie z. B. die volumenstarken Bau- und Abbruchabfälle sowie Produktionsabfälle sollten daher stärker in den Blick genommen werden.

## Wo steht Deutschland?

Mit Blick auf die abfallwirtschaftliche Seite der Circular Economy gehört Deutschland zu den EU-Mitgliedstaaten, in denen das Recycling seit Langem einen hohen Stellenwert hat. Im Jahr 2016 wurden 70 % des gesamten deutschen Abfallaufkommens einer stofflichen Verwertung zugeführt.<sup>14</sup> Dadurch lassen sich nicht nur Primärrohstoffe einsparen, sondern auch relevante Mengen an Energie und damit verbundenen Treibhausgasemissionen. Allein 2013 konnten durch die Aktivitäten der deutschen Sekundärrohstoffwirtschaft 493 Mio. Tonnen Primärrohstoffe und 1.400 Petajoule Primärenergie im In- und Ausland vermieden werden.<sup>15</sup>

Um das Ziel einer Circular Economy zu erreichen, die an der gesamten Wertschöpfungskette einer Volkswirtschaft ansetzt, besteht jedoch auch in Deutschland noch weiterer Handlungsbedarf. Zuletzt wurden in Deutschland erst rund 14 % der nicht energetischen Rohstoffe, die die Wirtschaft einsetzt, aus Abfällen gewonnen.<sup>16</sup> Und speziell bei Themen wie Wiederverwendung, Reparatur, lange Produktnutzungsdauer, recyclingfreundliche Produktgestaltung sowie Materialeffizienz zeigt sich, dass Deutschland – ebenso wie Gesamteuropa – noch große Entwicklungspotenziale aufweist. Die wichtigsten Herausforderungen in Deutschland auf dem Weg zu einer kreislauforientierten Wirtschaft sind:

- **Abfallvermeidung/Ressourceneffizienz:** Zwischen 2000 und 2016 ist das Gesamtabfallaufkommen in Deutschland um rund 12 % gesunken. Seit 2012 ist allerdings wieder ein Anstieg (+8 %) der Abfallmengen zu verzeichnen.<sup>17</sup> Bei den Siedlungsabfällen liegt Deutschland mit 626 kg pro Kopf und Jahr deutlich über dem EU-Durchschnitt von 482 kg.<sup>18</sup> Vor diesem Hintergrund bedarf es weiterer Maßnahmen zur Abfallvermeidung und der Stärkung der Materialeffizienz.
- **Recyclingquoten:** Auch in Deutschland können noch weitere Recyclingpotenziale gehoben werden. Zwei Beispiele: Aufgrund einer neuen EU-weiten Berechnungsweise ist

die EU-Recyclingquote für Siedlungsabfälle, die bis 2035 erreicht werden muss (65 %), auch für Deutschland anspruchsvoll und erfordert zusätzliche Anstrengungen. Die neue Berechnungsmethode wird dazu führen, dass die von Deutschland bisher gemeldete Recyclingrate von 66 % auf einen niedrigeren Wert absinken wird, weil künftig nicht mehr die Inputmenge an den Recyclinganlagen, sondern nur noch das tatsächlich recycelte Material (Outputmenge) berücksichtigt werden darf. Darüber hinaus sieht das neue deutsche Verpackungsgesetz unter anderem vor, dass die Recyclingrate für Kunststoff-Verkaufsverpackungen bis zum Jahr 2022 von derzeit 36 auf 63 % gesteigert werden muss.<sup>19</sup> Problematisch bleibt, dass Teile des in Deutschland anfallenden Plastikmülls zur Verwertung in Länder mit geringen Umweltstandards beim Recyclingprozess sowie bei der Entsorgung der Sortierreste exportiert werden – insbesondere nach Südostasien. Zum Schutz der Umwelt und der Weltmeere soll ab 2021 ein EU-weites Exportverbot von schlecht recycelbaren Kunststoffabfällen gelten.

- **Qualität der Recyclingprodukte:** Um Kreisläufe weit gehend schließen zu können und die Akzeptanz für den Einsatz von Sekundärrohstoffen auf der Abnehmerseite zu erhöhen, muss die Verbesserung der Qualität der Rezyklate zukünftig noch stärker im Fokus stehen (Vermeidung von Downcycling). Hierzu bedarf es neben einer sortenreinen Erfassung der jeweiligen Abfallfraktionen innovativer Aufbereitungs- und Recyclingtechnologien sowie ggf. Qualitätsstandards für Sekundärrohstoffe. Darüber hinaus brauchen auch die Unternehmen noch stärkere Anreize, damit einerseits recyclingfreundlichere Produkte entwickelt werden und andererseits in der Produktion vermehrt Sekundärrohstoffe (Rezyklate) zum Einsatz kommen.
- **Strategisch wichtige Rohstoffe:** Technologiemetalle, wie z. B. Indium, Seltene Erden, Gallium, Neodym, sind für die Digitalisierung der Wirtschaft und zahlreiche Umwelttechnologien (z. B. Elektromobilität, Erneuerbare Energien) von großer Bedeutung. Gleichzeitig ist die Versorgung mit diesen Rohstoffen stark risikobehaftet, sei es weil die vorhandenen Reserven auf einzelne Länder oder Unternehmen konzentriert oder die statischen Reichweiten sehr gering sind. Obwohl das Recycling von Technologiemetallen ein wichtiger Ansatz zur Ressourcensicherung in Deutschland sein könnte, sind dessen Potenziale bis heute kaum erschlossen. Die Verwertung von Elektroaltgeräten und Altfahrzeugen ist beispielweise heute noch weitestgehend auf die Rückgewinnung von Massemetalle (Eisen, Kupfer, Aluminium) ausgelegt. Erschwert wird das Recycling von Technologiemetallen durch die kleinteilige Verwendung in den Endprodukten. Um dieses Rohstoffpotenzial vermehrt erschließen zu können, sind stärkere Anreize für das Recycling (z. B. über Recyclingquoten für kritische Rohstoffe) sowie die Entwicklung innovativer Recyclingverfahren notwendig. Eine besondere Herausforderung ist hierbei, dass derzeit erhebliche Mengen der in Deutschland anfallenden technologiemetallhaltigen Altgeräte und -produkte nicht in den regulierten

Wertstoffkreislauf zurückfließen. Grund sind legale und illegale Exporte von Altprodukten in Entwicklungs- und Schwellenländer. Hinzu kommt, dass trotz einer ausgedehnten Sammelfläche in Deutschland häufig noch immer Elektrokleingeräte über die Restmülltonne entsorgt werden.<sup>20</sup>

## Fazit

Die vorgenannten Ausführungen lassen erahnen, dass der Wandel zu einer Circular Economy nicht von alleine kommen wird. Wesentliche Hemmnisse auf dem Weg zu einer kreislauforientierten Wirtschaft sind höhere Kosten von hochwertigem Recycling im Vergleich zu anderen Abfallentsorgungsmöglichkeiten wie z. B. Müllverbrennung oder Downcycling, niedrige Preise für Primärrohstoffe (die die Umweltschadenskosten nicht abbilden) sowie eine bislang zu

geringe Nachfrage nach Recyclingprodukten. Die Umsetzung einer Circular Economy bedarf daher eines klaren regulativen Rahmens seitens der Politik sowie wirtschaftlicher Anreize. Die EU hat mit ihrem Aktionsplan einen wichtigen Impuls gesetzt. Um eine umfangreiche Entkopplung der Wertschöpfung von der Zufuhr neuer Rohstoffe erreichen zu können, sind allerdings weitere Schritte erforderlich. Notwendig sind insbesondere verbindlichere Vorgaben zur Verbesserung der Qualität der Recyclingprodukte sowie zur Abfallvermeidung. Für eine erfolgreiche Umsetzung ist es zudem wichtig, dass alle Akteure des Wertschöpfungskreislaufs Verantwortung übernehmen und miteinander kooperieren – vom Produktdesigner und Produzenten über den Handel und den Konsumenten bis hin zu den Unternehmen der Recyclingwirtschaft. ■

Folgen Sie KfW Research auf  
Twitter.

Oder abonnieren Sie unseren kostenlosen E-Mail-Newsletter und Sie verpassen keine Publikation.

Zur Anmeldung

<sup>1</sup> Downcycling ist das Recycling von Abfällen, bei denen das recycelte Material von geringerer Qualität bzw. Verarbeitbarkeit ist als das Originalmaterial. Dies liegt häufig an der Ansammlung von Fremdelementen in den Sekundärrohstoffen, die letztere von hochwertigen Nutzungen ausschließen können.

<sup>2</sup> Vgl. IRP – International Resource Panel (2019): Global Resources Outlook 2019. Natural resources for the future we want. United Nations Environment Programme, Nairobi, Kenya.

<sup>3</sup> Vgl. ebenda.

<sup>4</sup> Vgl. BMU – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (2016): Ressourceneffizienzprogramm II. Programm zur nachhaltigen Nutzung und zum Schutz der natürlichen Ressourcen, Berlin.

<sup>5</sup> Vgl. Umweltbundesamt (2018): Die Nutzung natürlicher Ressourcen. Bericht für Deutschland 2018, Dessau-Roßlau.

<sup>6</sup> Vgl. BMU (2016): a. a. O.; BMWi – Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (2010): Rohstoffstrategie der Bundesregierung. Sicherung einer nachhaltigen Rohstoffversorgung Deutschlands mit nicht-energetischen mineralischen Rohstoffen, Berlin.

<sup>7</sup> Vgl. IRP (2019): a. a. O.

<sup>8</sup> Vgl. acatech (2018): Circular Economy. Impulspapier für den 1. Innovationsdialog in der 19. Wahlperiode am 3. Dezember 2018, München.

<sup>9</sup> Vgl. Europäische Kommission (2015): Closing the loop – An EU action plan for the Circular Economy. COM (2015) 614 final.

<sup>10</sup> Vgl. eurostat (2019): Kreislaufwirtschaft in der EU. Pressemitteilung vom 4. März 2019, 39/2019.

<sup>11</sup> Für Mitgliedstaaten, die weit von den Zielwerten entfernt sind, gibt es Übergangsregelungen.

<sup>12</sup> Vgl. Europäisches Parlament (2018): Abfallwirtschaft in der EU: Zahlen und Fakten, in: Aktuelles Europäisches Parlament, 09.04.2018 (Datenstand 2016).

<sup>13</sup> Vgl. eurostat (2019): a. a. O.

<sup>14</sup> Vgl. Statistisches Bundesamt (2018): Abfallbilanz 2016.

<sup>15</sup> Vgl. Umweltbundesamt (2019): Stoffstromorientierte Ermittlung des Beitrags der Sekundärrohstoffwirtschaft zur Schonung von Primärrohstoffen und Steigerung der Ressourcenproduktivität (Texte 34/2019), Dessau-Roßlau.

<sup>16</sup> Vgl. BMU – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (2018): Abfallwirtschaft in Deutschland 2018. Fakten, Daten, Grafiken, Berlin.

<sup>17</sup> Vgl. Umweltbundesamt (2018): Abfallaufkommen, <https://www.umweltbundesamt.de/daten/ressourcen-abfall/abfallaufkommen>

<sup>18</sup> Vgl. Europäisches Parlament (2018): a. a. O.; Daten aus 2016

<sup>19</sup> Vgl. Umweltbundesamt (2018): Schwerpunkt Recycling, in: Das Magazin des Umweltbundesamtes 1/2018.

<sup>20</sup> Vgl. Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung (2018): Recycling von Technologiemetallen. Fallstudie, Berlin.