

An aerial photograph of a circular road loop in a dense forest. The road is a light grey color and forms a complete circle around a central area of lush green trees. The surrounding forest is a mix of green and some darker, possibly purple or brown, foliage. The overall scene is a top-down view of a natural landscape.

# LEITSÄTZE EINER KREISLAUFWIRTSCHAFT

Für Mensch & Umwelt

Umwelt   
Bundesamt



# Impressum

## Herausgeber:

Umweltbundesamt  
Wörlitzer Platz 1  
06844 Dessau-Roßlau

 /umweltbundesamt.de

 /umweltbundesamt

 /umweltbundesamt

 /umweltbundesamt

## Autor\*innen:

Felix Müller, Regina Kohlmeyer, Dr. Franziska Krüger,  
Jan Kosmol, Susann Krause, Conrad Dorer,  
Mareike Röhreich

## Mit Beiträgen von:

Matthias Fabian, Dr. Sina Kummer, Björn Bischoff,  
Dr. Thomas Ebert, Hermann Keßler

## Redaktion:

Fachbereich III – Nachhaltige Produktion und Produkte,  
Kreislaufwirtschaft  
Felix Müller, Regina Kohlmeyer, Dr. Franziska Krüger,  
Jan Kosmol, Dr. Evelyn Hagenah, Dr. Bettina Rechenberg

## Satz und Layout:

le-tex publishing services GmbH

## Publikationen als pdf:

[www.umweltbundesamt.de/publikationen](http://www.umweltbundesamt.de/publikationen)

## Bildquellen:

Titel: Adobe Stock/Thomas  
S. 6/7: Shutterstock/julie deshaies  
S. 18: Shutterstock/Kenishirotie  
S. 21: Shutterstock/salajeon  
S. 29: Shutterstock/The Sun photo  
S. 30: Shutterstock/Antoine2K  
S. 6/7: Shutterstock/julie deshaies

**Stand:** Dessau-Roßlau, Februar 2020



# **LEITSÄTZE EINER KREISLAUFWIRTSCHAFT**



# Inhalt

Vorwort.....	6
Kurzfassung – Alle Leitsätze im Überblick.....	8
<b>1</b> Begriffseinordnung.....	<b>10</b>
<b>2</b> Geltungsbereich.....	<b>12</b>
<b>3</b> Ziele.....	<b>16</b>
<b>4</b> Aufwandsmaßstab.....	<b>20</b>
<b>5</b> Materialkreisläufe.....	<b>22</b>
<b>6</b> Vermeidung.....	<b>24</b>
<b>7</b> Design.....	<b>26</b>
<b>8</b> Schadstoffe.....	<b>28</b>
<b>9</b> Verantwortung.....	<b>32</b>

## Vorwort

Der Begriff der Kreislaufwirtschaft ist in Deutschland eng verknüpft mit dem Bewusstsein für eine gut funktionierende Abfallwirtschaft. Ungeordnete Müllablagerungen gehören hierzulande schon seit gut 50 Jahren der Vergangenheit an. Wir sind es seitdem gewohnt, dass unsere Abfälle zuverlässig eingesammelt und behandelt werden. Eine getrennte Abfallerfassung und immer modernere Sortier- und Behandlungsanlagen ebneten über die vergangenen Jahrzehnte den Weg zu einer weltweit führenden Recyclingwirtschaft, in der Abfälle als Ressource gesehen und Stoffkreisläufe geschlossen werden sollen. Und das immer unter dem Primat einer sicheren Schadstoffausschleusung, um Gefahren für Mensch und Umwelt zu minimieren. Von dieser Evolution zeugen trefflich die Titel der zentralen Gesetze: Vom „Abfallbeseitigungsgesetz“ (1972) über das „Abfallgesetz“ (1986) hin zum „Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz“ (1996), das schließlich 2012 vom „Kreislaufwirtschaftsgesetz“ (KrWG) abgelöst wurde. Kreislaufwirtschaft im Sinne des letztgenannten Gesetzes umfasst ausdrücklich die Vermeidung, Verwertung und ordnungsgemäße Beseitigung von Abfällen. Folgt man Vokabular und Lesart des Gesetzes, so ist Kreislaufwirtschaft mit einer funktionierenden, effektiv regulierten Abfall- und Sekundärrohstoffwirtschaft gleichzusetzen.

Im Dezember 2015 veröffentlichte die Europäische Kommission im Rahmen eines Kreislaufwirtschaftspakets einen Aktionsplan „Den Kreislauf schließen“ (COM(2015) 614 final). Dies warf neue Fragen zu Geltungsbereich und Zielen einer Kreislaufwirtschaft auf. Zum einen enthält das Kreislaufwirtschaftspaket ein im Juli 2018 in Kraft getretenes abfallwirtschaftliches Legislativpaket mit konkreten Anforderungen zur Stärkung der Abfallvermeidung und des Recyclings. Zum anderen zielt der Aktionsplan auf den Übergang in die „Circular Economy“ als Systemwandel des Wirtschaftssystems, denn es werden auch Handlungsfelder wie Beschäftigung und Wachstum, Klima und Energie, die sozialpolitische Agenda, industrielle Innovationen, Produktdesign, Verarbeitung und nicht zuletzt Ressourceneffizienz und Ressourcenschutz adressiert. Es ist ein konzertierter Ansatz verschiedener Ressorts, der auch die jeweiligen Rechtsbereiche umfasst, weit über den Geltungsbereich des deutschen KrWG hinaus. Dies stellte Ministerien und Behörden vor organisatorische Heraus-



forderungen, in denen die Themenhoheit über die Kreislaufwirtschaft ausschließlich den abfallwirtschaftlichen Abteilungen zukam.

Infolgedessen wurde versucht, den paradigmatischen Begriff der Circular Economy im deutschsprachigen politischen Raum nicht mit Kreislaufwirtschaft, sondern eher mit „Zirkulärem Wirtschaften“ zu übersetzen oder ausdrücklich von der „EU-Circular Economy“ zu sprechen, um die Kreislaufwirtschaft gemäß KrWG davon abzugrenzen. Auch wenn sich durch die regen politischen, gesellschaftlichen und wissenschaftlichen Diskurse seit 2015 eine Angleichung der Begriffs- und Gedankenwelten vollzieht, die

sich teilweise auch in der Novellierung des KrWG (voraussichtlich 2020) unter Berücksichtigung der neu gefassten EU-Abfallrahmenrichtlinie (2018) niederschlägt, bleiben Ausrichtung und Inhalte der Kreislaufwirtschaft zu konkretisieren und zu illustrieren. Nicht zuletzt der für 2020 vorgesehene neue Aktionsplan der Europäischen Kommission zur Kreislaufwirtschaft gibt dazu einen wichtigen Anlass.

Hierauf zielt das vorliegende Papier ab. Es beschreibt die Grundzüge einer Kreislaufwirtschaft aus der Erfahrung und interdisziplinären Diskussion der Fachwissenschaftler\*innen des Fachbereichs „Nachhaltige Produktion, Produkte, Kreislaufwirtschaft“ am Umweltbundesamt. Mithilfe von neun verschränkten Leitsätzen werden Zielsetzungen, Gestaltungsräume, Handlungsmaßstäbe, wichtige Stellgrößen, Anforderungen und Erfolgsfaktoren systematisch dargelegt.

Die Leitsätze (LS) sollen Orientierung bei der Ausgestaltung der Kreislaufwirtschaft vermitteln und „den gemeinsamen Nenner“ bilden – unbenommen davon, ob sie als Strategie, Vision, Lösungsansatz, Gestaltungsprinzip oder politisches Handlungsfeld interpretiert wird.



## Kurzfassung – Alle Leitsätze im Überblick

1

### **Begriffseinordnung**

Die Kreislaufwirtschaft ist Teil einer ressourceneffizienten, nachhaltigen Lebens- und Wirtschaftsweise, welche die Umsetzung der Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung der Vereinten Nationen fördert und planetare Grenzen respektiert.

2

### **Geltungsbereich**

Die Kreislaufwirtschaft bezieht über die klassische Abfallwirtschaft hinaus alle Phasen von Material- und Produktlebenszyklen in die Betrachtung ein. Sie muss global, inklusive der grenzüberschreitenden Rohstoff-, Waren- und Abfallströme und damit verbundener ökologischer und sozialer Auswirkungen sowie in langfristiger zeitlicher Perspektive der Güterbestände und daraus hervorgehender Materialflüsse betrachtet werden.

3

### **Ziele**

Die Kreislaufwirtschaft dient der Schonung natürlicher Ressourcen einschließlich des Klimaschutzes, dem Schutz der Umwelt und der menschlichen Gesundheit unter Berücksichtigung des Vorsorgeprinzips. Darüber hinaus zielt sie auf die Rohstoffsicherung ab. Die Kreislaufwirtschaft soll 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.

4

### **Aufwandsmaßstab**

Der Aufwand für Maßnahmen in einer Kreislaufwirtschaft soll sich am Aufwand der Primärrohstoffwirtschaft mit den dabei auftretenden Umweltwirkungen inklusive der externen sozialen und ökologischen Belastung bemessen, um die gleichen Materialien oder Materialien und Güter gleichen Nutzens bereitzustellen.



5

### **Materialkreisläufe**

Kreislaufwirtschaft zielt auf eine Bewirtschaftung von Materialien in möglichst gleich- oder höherwertigen Kreisläufen ab, wodurch Primärmaterialien durch Sekundärmaterialien geeigneter Qualität substituiert und eingespart werden. Gleichwohl sind auch Kaskadennutzungen und endgültige Beseitigungen im Hinblick auf die Ziele (3) und die Aufwandsmaßstäbe (4) erforderlich.

6

### **Vermeidung**

Die Vermeidung von Abfällen und Reststoffen ist der Kreislaufführung grundsätzlich vorzuziehen, da letztere immer verlustbehaftet und mit Energieaufwendungen verbunden ist. Vermeidungsmaßnahmen bemessen sich an dem Beitrag zur Zielerreichung (3) und den Aufwandsmaßstäben (4).

7

### **Design**

Design für eine Kreislaufwirtschaft bedeutet, den funktionalen und wirtschaftlichen Wert von Produkten, ihren Komponenten und Materialien so lange wie möglich zu erhalten, um auf diese Weise negative Auswirkungen auf Mensch und Umwelt zu minimieren. Dabei sollen die Designansätze die Neuordnung der Produktions- und Konsumformen in der Gesellschaft unterstützen. Die Optimierung des Designs bemisst sich an dem Beitrag zur Zielerreichung (3) und den Aufwandsmaßstäben (4).

8

### **Schadstoffe**

Das Inverkehrbringen von Produkten mit Stoffen, von denen Beeinträchtigungen des Wohls der Allgemeinheit speziell für die menschliche Gesundheit sowie die Umwelt ausgehen, ist zu vermeiden. Sofern derartige Stoffe nicht substituierbar, bereits enthalten sind oder sich erst im Nachhinein als solche herausstellen, so sind sie zu zerstören oder durch Ablagerung in sichere Senken auszuschleusen oder unter Abwägung der Ziele (3) und Aufwandsmaßstäbe (4) in sicheren Kreisläufen zu führen, wobei eine Schadstoffanreicherung zu verhindern ist.

9

### **Verantwortung**

In einer Kreislaufwirtschaft tragen alle Akteure innerhalb von Produktlebenszyklen und entlang von Materialwertschöpfungsketten eine Verantwortung für das Erreichen der Ziele der Kreislaufwirtschaft. Die Übernahme der Verantwortung muss rechtlich sichergestellt werden, sofern diese anderenfalls nicht hinreichend wahrgenommen wird.

# 1

## Begriffseinordnung

Die Kreislaufwirtschaft ist Teil einer ressourceneffizienten, nachhaltigen Lebens- und Wirtschaftsweise, welche die Umsetzung der Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung der Vereinten Nationen fördert und planetare Grenzen respektiert.

Der Begriff „Kreislaufwirtschaft“ steht für die Idee einer zirkulären Wirtschaftsweise. Er hat seinen Ursprung in den Gedankenschulen der Ökologischen Ökonomik und der Industrial Ecology, welche sich der Interaktion von Wirtschaftssystem und Umwelt widmen. Im Gegensatz zur linearen Durchflusswirtschaft, die seit Anbeginn der Industrialisierung auf die Gewinnung von Rohstoffen, die Produktion und den Warendurchsatz als Zielgrößen und Wohlstandsgaranten ausgerichtet ist, aber mit einem offenkundigen Ressourcenverbrauch und wahrnehmbaren Verschlechterungen der Umweltqualität einhergeht, stellt die Kreislaufwirtschaft den Wert von Gütern und Materialien sowie die mit ihnen verbundenen Umweltwirkungen in den Mittelpunkt. Rohstoffe sollen effizienter genutzt, effektiver eingesetzt, Produkte langlebiger, Abfälle und Emissionen soweit wie möglich vermieden und ansonsten vorrangig recycelt, andernfalls energetisch verwertet und unter

Schadstoffausschleusung in sicheren Stoffkreisläufen geführt werden. Die Kreislaufwirtschaft orientiert sich damit an natürlichen Stoffkreisläufen, in denen Abfälle gleichsam Ressourcen für andere Lebewesen darstellen oder durch biogeochemische Prozesse umgewandelt werden, ohne schädliche Wirkungen zu entfalten. Sie ist in diesem Sinne eine Konsistenzstrategie, die nicht nur auf eine Effizienzsteigerung abzielt, sondern eine insgesamt naturverträgliche und ressourcenschonende Gestaltung des Wirtschaftssystems und aller Prozesse in der Anthroposphäre vorsieht.

Bei der Ausgestaltung der Kreislaufwirtschaft gelten die planetaren Grenzen als Leitplanken, innerhalb derer ein sicherer Handlungsraum eingehalten werden soll. Wir befinden uns seit Beginn der „großen Beschleunigung“ in der Mitte des 20. Jahrhunderts im Anthropozän, einer von der Menschheit

selbst geprägten erdgeschichtlichen Epoche, in der wir den sicheren Handlungsraum teilweise bereits verlassen haben. Hiervon zeugen insbesondere der Verlust an Arten und genetischer Vielfalt, aber auch der Klimawandel, die Erosion, Versiegelung und Umwandlung natürlicher Flächen sowie die Störung der Nährstoffkreisläufe durch den zu hohen Austrag von Phosphat und Nitrat. Die Kreislaufwirtschaft bildet vor diesem Hintergrund einen vielversprechenden Lösungsentwurf für die Agenda 2030 der Vereinten Nationen für eine nachhaltige Entwicklung. Diese soll weltweit den wirtschaftlichen Fortschritt im Einklang mit sozialer Gerechtigkeit und im Rahmen der ökologischen Grenzen der Erde gestalten. Der Kreislaufwirtschaft kommt eine tragende Rolle bei der Etablierung nachhaltiger Produktions- und Konsummuster (Nachhaltigkeitsziel 12) zu. Aber auch zur Erreichung weiterer der 17 Nachhaltigkeitsziele (SDG) der Agenda 2030 – die prinzipiell unteilbar sind und einander bedingen – weckt die Kreislaufwirtschaft große Erwartungen: Darunter menschenwürdige Arbeit und Wachstum (SDG 8), erneuerbare Energieversorgung (SDG 6), Bekämpfung des Klimawandels (SDG 13) sowie Erhalt der Ökosysteme (SDG 14 und SDG 15). Dabei ist keineswegs sicher, ob die Kreislaufwirtschaft diese Erwartungen erfüllen kann. Ebenso unsicher ist, in welchem Ausmaß eine

an sich konsistente Kreislaufwirtschaft angesichts der ungleichen Verteilung des weltweiten Wohlstands bei wachsender Weltbevölkerung mit einer Mäßigung des Konsums, das heißt einer suffizienteren Lebensweise mit einem insgesamt reduzierten Güter- und Materialdurchsatz einhergehen muss, welche im Zusammenhang mit einer Postwachstumsökonomie diskutiert wird.

Abgesehen von der Auslegung als Strategie, Vision und Lösungsansatz zur nachhaltigen Entwicklung für das gesamte Wirtschaftssystem wird die Kreislaufwirtschaft in anderen Kontexten auch als Gestaltungsprinzip für Produkte und als sehr konkretes, abgrenzbares politisches und wirtschaftliches Handlungsfeld interpretiert. So ist der Begriff traditionell eng verknüpft mit Managementansätzen der Abfallwirtschaft wie den 3R (Reduce-Reuse-Recycle) oder Zero-Waste-Initiativen, also der Vermeidung von Abfällen, der Wiederverwendung von Produkten sowie dem Recycling und daraus abgeleiteter fünf- oder gar neunstufiger Hierarchien. Etabliert im deutschsprachigen Raum ist diese Konnotation durch das „Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Bewirtschaftung von Abfällen“ (KrWG 2012).

# 2

## Geltungsbereich

Die Kreislaufwirtschaft bezieht über die klassische Abfallwirtschaft hinaus alle Phasen von Material- und Produktlebenszyklen in die Betrachtung ein. Sie muss global, inklusive der grenzüberschreitenden Rohstoff-, Waren- und Abfallströme und damit verbundener ökologischer und sozialer Auswirkungen sowie in langfristiger zeitlicher Perspektive der Güterbestände und daraus hervorgehender Materialflüsse betrachtet werden.

Die Kreislaufwirtschaft liefert eine Systemsicht auf den gesamten sozioökonomischen Metabolismus. Dieser umfasst alle Stoffflüsse und Bestände innerhalb der Anthroposphäre – dem vom Menschen gestalteten und beeinflussten Lebensraum – und jene Flüsse, welche mit der natürlichen Umwelt ausgetauscht werden. Im Kern geht es also um technische Systeme und deren Materialität.

In ihrer Ausrichtung und Ausgestaltung orientiert sich die Kreislaufwirtschaft an den Belastbarkeitsgrenzen der natürlichen Umwelt und trägt deren Belastungen und Veränderungen Rechnung. Damit verbunden sind auch soziale Auswirkungen und Verteilungsungleichgewichte, welche bei der Entwicklung einer Kreislaufwirtschaft unter der Maßgabe intra- und intergenerationaler Gerechtigkeit berücksichtigt werden müssen. Das betrifft soziale

Ungleichheiten innerhalb Deutschlands wie zwischen Erdregionen. Nur innerhalb dieser Grenzen ist nachhaltiges Wirtschaften möglich.

Da technische Systeme wie die Materialwirtschaft sozioökonomisch geprägt werden – Triebkräfte sind menschliche Aktivitäten, Präferenzen, Bedürfnisse und letztlich Konsummuster – müssen diese bei der Umsetzung einer Kreislaufwirtschaft Beachtung finden. Auch für die Kreislaufwirtschaft gilt das in der Umweltpolitik zentrale Wirkungsschema DPSIR. Demnach sollen Triebkräfte (Drivers), von diesen ausgelöste Belastungen (Pressures), Veränderungen in der Umwelt (States) und schließlich negative Auswirkungen (Impacts) im Zusammenhang gesehen werden, um auf dieser Basis adaptive Maßnahmen (Response) der Nach- und Vorsorge zu entwickeln und umzusetzen.



Bei der Betrachtung von Systemen wie einzelnen Volkswirtschaften, Sektoren, Unternehmen, Technologien, Gütergruppen, Produkten oder Materialien muss darauf geachtet werden, dass es nicht zu Verlagerungen von Belastungen in verknüpfte ökonomische und technische Systeme kommt, welchen nicht Rechnung getragen wird. Auch wenn also der Betrachtungsgegenstand eines der genannten Systeme innerhalb des sozioökonomischen Metabolismus ist, so darf sich die Systemgrenze der Untersuchung nicht nur auf den Stoffwechsel innerhalb des Systems selbst – in der Ökobilanzierung und Ressourceneffizienzbewertung auch als Gate-to-gate-Betrachtung bekannt – erstrecken, sondern muss ebenfalls den Stoffwechsel in den vor- und nachgelagerten Systemen betrachten. Dies gilt zuvorderst für den dort stattfindenden Stoffaustausch mit der natürlichen Umwelt durch die Entnahme und Gewinnung von Rohstoffen sowie die Freisetzung von Emissionen. So ist es für Volkswirtschaften wie Deutschland angesichts der intensiven Außenhandelsverflechtungen und der Importabhängigkeit von Rohstoffen und Zwischenprodukten nicht hinreichend, eine Kreislaufwirtschaft gemäß Territorialprinzip im Inland für die direkten Stoffflüsse zu entwickeln. Stattdessen müssen die Umweltauswirkungen der Importgüter und auch der Verbleib der produzierten und verwendeten Güter mitsamt ihren lebenszyklusweiten Effekten und Entsorgungsanforderungen in einer internationalen Dimension betrachtet werden und können etwa zu geänderten Prioritäten bei der Bewirtschaftung der Abfälle im Inland und der Bereitstellung von Rezyklaten führen.

Auf Ebene von Produkten und Technologien ist diese Ausdehnung der Systemgrenzen gleichbedeutend mit einer Lebenszyklusperspektive, bei der die assoziierten Aufwendungen in den funktionalen Bereichen Extraktion und Gewinnung, Verarbeitung, Design, Herstellung, Logistik, Nutzung und schließlich Entsorgung (Vorbereitung zur Wiederverwendung, Recycling, sonstige Verwertung oder Beseitigung) berücksichtigt werden (vgl. Abbildung 1). Dies gilt unabhängig vom eigentlichen Ort der Herstellung oder des Inverkehrbringens.

Die Lebenszyklen von Materialien weichen davon ab, denn sie lassen sich nur als Funktion und Zusammenschau sämtlicher Produktlebenszyklen und Stoffverluste bei der Verlagerung und Umwandlung derselben vollständig beschreiben. Ein Ende vom Lebenszyklus wie die Entsorgungsphase von Produkten gibt es in der Regel für Materialien nicht. Geht es um den Werterhalt von Materialien und deren Funktion in der Anthroposphäre durch Recycling, so liefert die Materialstromperspektive einen tiefergreifenden Einblick in Stoffkreisläufe, da zum einen Stoffverluste wie Dissipationen und zum anderen Sekundärmaterialströme abgebildet werden. Emissionen und Abfälle treten bei nahezu allen wirtschaftlichen Aktivitäten auf. Die Produktperspektive ist hingegen wichtig, um eine Verursachergerechtigkeit herzustellen und die Lasten, die über den Lebenszyklus eines Produkts auftreten, eindeutig in die Verantwortung eines Wirtschaftssubjekts zu stellen, welches dieses Produkt konsumiert oder in dieses investiert. Des Weiteren hilft diese Perspektive bei der Effizienzstei-

## 2. Geltungsbereich

gerung und Bewertung von Substitutionsalternativen – sei es auf rein materieller, funktionaler oder auch technologischer Ebene – sowie der Verlängerung der Lebensdauer oder der Berücksichtigung von Um- und Nachnutzungsoptionen. Dies sind Aspekte für intelligentere und ressourcenschonendere Produkte oder Produkt-Service-Systeme, die allesamt bereits im Produktdesign angelegt werden können (vgl. LS 7). Auch ist die Produktperspektive unerlässlich, wenn es um die Entwicklung und Dynamik anthropogener Lager geht. In diesen werden Materialien je nach Nutzungshorizont der Produktgruppen zum Teil längerfristig eingebunden und das Sekundärrohstoffpotenzial ist abhängig von der Art und Dauer der Produktnutzung, welche durch Verweilzeitverteilungen abgebildet werden.

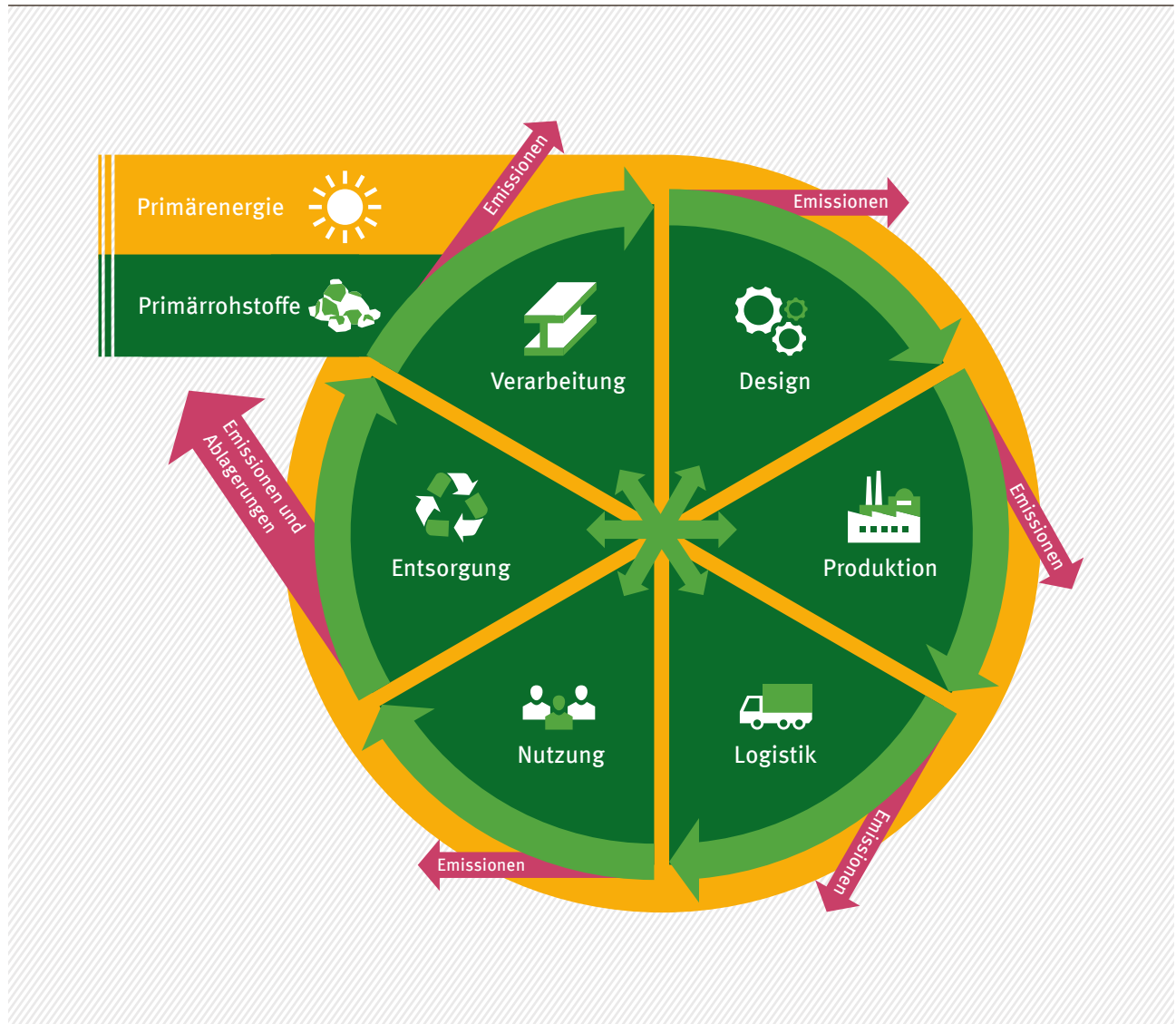
Als Politikfeld hat die Kreislaufwirtschaft einen Querschnittscharakter. Es ist eng verzahnt mit der Energiewirtschaft und der Klimapolitik, da eine fossil- oder atombasierte Energiewirtschaft langfristig weder in Einklang mit den Grundsätzen einer Kreislaufwirtschaft zu bringen, noch eine nachhaltige Entwicklung ohne ein erneuerbares Energiesystem vorstellbar ist. Gleichzeitig werden in der Kreislaufwirtschaft in einigen Sektoren zusätzliche Energieaufwendungen erforderlich: Einerseits um den Ausbau der Infrastruktur für erneuerbare Energien zu ermöglichen, andererseits um mit entsprechender IT-Infrastruktur für adäquate Informationsflüsse, Logistik sowie Aufbereitungs- und Recyclingtechnologie Materialkreisläufe zu schließen. Außerdem erwachsen aus dem Aufbau eines erneuerbaren

Energiesystems neue materialwirtschaftliche Herausforderungen der Rohstoffverfügbarkeit, die ebenfalls in einer Kreislaufwirtschaft gelöst werden müssen (vgl. Abbildung 1). In zahlreichen weiteren Politikfeldern wie dem Nachhaltigen Bauen, dem Chemikalienmanagement oder der Land- und Ernährungswirtschaft liefert die Kreislaufwirtschaft fundamentale Gestaltungsansätze, um Abfälle zu vermeiden und die betreffenden Materialien werterhaltend in Stoffkreisläufen zu bewirtschaften. Andere Politikfelder wie die Bioökonomie und Urban Mining lassen sich hingegen gänzlich unter der Kreislaufwirtschaft subsumieren.

Aus den genannten Bezügen erwachsen auch ganz unterschiedliche Rechtsrahmen, wenn Maßnahmen zur Entwicklung der Kreislaufwirtschaft umgesetzt werden sollen.

Abbildung 1

## Schema einer produkt- und technologiezentrischen Kreislaufwirtschaft



# 3

## Ziele

Die Kreislaufwirtschaft dient der Schonung natürlicher Ressourcen einschließlich des Klimaschutzes, dem Schutz der Umwelt und der menschlichen Gesundheit unter Berücksichtigung des Vorsorgeprinzips. Darüber hinaus zielt sie auf die Rohstoffsicherung ab. Die Kreislaufwirtschaft soll 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.

Durch eine zirkuläre Gestaltung des sozioökonomischen Metabolismus (vgl. LS 2) sollen natürliche Ressourcen geschont, das heißt möglichst nicht verbraucht oder übernutzt werden. Die Schonung der natürlichen Ressourcen schließt alle Mittel ein, welche die Natur dem Menschen zu seinem Nutzen bereitstellt: Von materiellen Ressourcen in der Lithosphäre (Bodenschätze) und Biosphäre (Biomasse), über Landflächen, die Umweltmedien Boden, Wasser, Luft, bis hin zu ganzen Ökosystemen, die uns in vielfältiger Weise Leistungen erbringen, zum Beispiel die zunehmend an Grenzen stoßende Aufnahmefähigkeit der Atmosphäre und Ozeane für Treibhausgase. Die Kreislaufwirtschaft soll also die Umwelt, die dem Menschen ein gutes Leben ermöglicht, schützen und zum Schutz der menschlichen Gesundheit beitragen.

Natürliche Ressourcen und die Gesundheit werden etwa bei der Erzeugung und Bewirtschaftung von Abfällen geschützt, indem umwelt- und klimaschonende Entsorgungsverfahren zum Einsatz kommen und Schadstoffe gezielt aus Stoffkreisläufen ausgeschleust werden. Diese Senkenfunktion der Abfallwirtschaft ist integraler Bestandteil der Kreislaufwirtschaft. Vor allem können aber durch die Bereitstellung von Sekundärrohstoffen negative Auswirkungen auf Mensch und Umwelt an anderer Stelle vermieden werden, indem primäre Rohstoffe ersetzt werden.

Ohnehin sollen die genannten Ziele nicht nur durch Maßnahmen zur Erhöhung der Zirkularität bei der Erzeugung und Bewirtschaftung von Abfällen erreicht werden, sondern auch bei allen weiteren wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Aktivitäten. Dies umfasst ebenfalls die Design- und Nutzungs-



phase von Produkten mittels Materialeinsparung, Lebensdauerverlängerung, Recyclingfähigkeit und Substitution von Schadstoffen (vgl. LS 6, 7, 8) sowie Aktivitäten im Bereich der Produktion, die sich außerhalb des Abfallregimes befinden. Letztere betreffen Nebenprodukte und Sekundärmaterialien, die nicht oder – bei Erreichen des Endes der Abfallgemeinschaft – nicht mehr als Abfall gelten, sowie den produktionsintern und zwischen Verarbeitern von Primärmaterialien stattfindenden Austausch von Kreislaufmaterial.

Darüber hinaus verfolgt die Kreislaufwirtschaft das eigenständige Ziel, Rohstoffe durch Kreislaufführung zu sichern, um sie über einen möglichst langen Zeitraum nutzbringend einzusetzen, das heißt den Wert und die Funktion von Produkten, Materialien und Stoffen innerhalb der Wirtschaft so lange wie möglich zu erhalten. Gerade frühindustrialisierte Länder wie Deutschland, die ihren Wohlstand in einer langen Periode hoher Rohstoff- und Energieverfügbarkeit aufgebaut haben, tragen eine besondere Verantwortung, Systeme für einen verlustarmen und effektiven Umgang mit den in der Anthroposphäre vorhandenen Materialien zu entwickeln, um die Entwicklungsoptionen anderer Länder und künftiger Generationen möglichst nicht zu beschränken. Dies gilt insbesondere für so genannte kritische Rohstoffe, die zum einen essentiell für Produkte, Sektoren oder Volkswirtschaften und zum anderen mit vielfältigen Versorgungsrisiken behaftet sind. Deren Kreislaufführung trägt unter Umständen nur marginal zum Ressourcen- und Gesundheitsschutz durch

Substitution von primären Rohstoffen bei, kann aber durch den gesamtgesellschaftlichen Nutzen der Anwendungen, beispielsweise von Umwelttechnologien, zur nachhaltigen Entwicklung beitragen. Dies betrifft insbesondere Sondermetalle, die in relativ kleinen Mengen genutzt und noch dazu häufig als Nebenprodukte bei der primären Rohstoffgewinnung ausgebracht werden.

Das Vorsorgeprinzip leitet dazu an, frühzeitig und vorausschauend zu handeln, um zukünftige Umwelt- und Gesundheitsbelastungen zu vermeiden oder natürliche Ressourcen für zukünftige Generationen zu erhalten, auch wenn das Wissen über Art, Umfang und Wahrscheinlichkeit der Belastungen und Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge unvollständig oder unsicher ist. Das Vorsorgeprinzip wirkt damit direkt auf die Zielformulierung.

Bei der Umsetzung und Verwirklichung der Ziele der Kreislaufwirtschaft kommen weitere umweltpolitische Grundprinzipien zur Anwendung. Das Verursacherprinzip stellt darauf ab, die auftretenden Belastungen, Schäden und daraus resultierende gesellschaftliche Kosten dem Verursacher anzulasten. Auf diese Weise sollen weniger belastende Prozesse und Aktivitäten stimuliert werden, die zu den genannten Zielen der Kreislaufwirtschaft beitragen (vgl. LS 9). Eine möglichst einvernehmliche Verwirklichung der Ziele soll durch das Kooperationsprinzip erreicht werden. Staatliche und gesellschaftliche Akteursgruppen werden in jeweils geeigneter Weise beteiligt, um deren Sachkenntnisse berück-

### 3. Ziele

sichtigen zu können und durch deren Akzeptanz eine wirksame Umsetzung von Maßnahmen zu erreichen. Teilweise lassen sich auch auf Basis der Kooperation mit freiwilligen und somit vergleichsweise milden Mitteln ordnungsrechtliche Eingriffe in Grundrechte vermeiden.

Die von der EU-Kommission in ihrem ersten Aktionsplan beschriebene Kreislaufwirtschaft (COM(2015) 614 final) schließt das beschriebene Zielsystem ein. Sie betont darüber hinaus ökonomische und soziale Ziele wie Innovation, Wettbewerbsfähigkeit, Beschäftigung, (lokale) Wertschöpfung und Wachstum, die aus umweltpolitischer Sicht nicht prioritär, im Falle des Wachstums möglicherweise sogar im Gegensatz



zu den oben genannten ökologisch motivierten Zielen stehen. Ohnehin steht die Kreislaufwirtschaft vor der Herausforderung, vielfältige Zielkonflikte zu lösen. So steigt etwa der Energieaufwand mit zunehmender Zirkularität überproportional an, woraus sich ein ökologisch optimaler Grad der Zirkularität ableiten lässt (vgl. LS 5). Auch die Wirtschaftlichkeit kann im Falle von Externalitäten im Zielkonflikt mit den beschriebenen Zielen stehen (vgl. LS 4 und LS 9). Zielkonflikte lassen sich selten wissenschaftlich auflösen und bedürfen stattdessen einer gesellschaftlichen und politischen Normsetzung, die keine universelle Geltung besitzt.

Die von der Abfallwirtschaft hergeleitete Kreislaufwirtschaft im Sinne des KrWG (2012) deckt die dargelegten Ziele und Mittel nur teilweise ab. So ist die Rohstoffsicherung bislang nicht Zweck des Gesetzes und die Mittel haben ihren Fokus auf der Bewirtschaftung von Abfällen, die am Ende von Produktlebenszyklen entstehen.

Zur Überprüfung und Bewertung der Zielerreichung aller genannten übergeordneten Ziele sind gesamtwirtschaftliche Indikatoren erforderlich, welche die Inanspruchnahme der Schutzgüter und tatsächliche Wirkungsbezüge abbilden. Damit verbunden sollen auch auf allen gesellschaftlichen Handlungsebenen – für Produkte, Materialien und Sektoren – adäquate, aussagekräftige Indikatoren und komplementäre Indikatorensets abgeleitet werden. Die abzuleitenden Indikatoren integrieren oder beziehen sich auf alle Lebenszyklusphasen, nicht nur die Entsor-

gungsphase. Maßgeblich ist für die Indikatoren, dass sie entscheidungs- und (politik-)relevant zur Zielerreichung sind. Dies bedingt, dass sie Zielerreichungsbeiträge der jeweiligen Teilbereiche der Kreislaufwirtschaft richtungssicher abbilden sowie die kreislaufwirtschaftlichen Aktivitäten und Entwicklungstrends glaubhaft, nachvollziehbar und transparent darstellen. Eindimensionale Zielgrößen allein – wie etwa massenbezogene Verwertungsquoten und weitere Strukturinformationen der Abfallwirtschaft – werden diesem Anspruch in der Regel nicht gerecht, da sie nur unzureichend über resultierende Umweltwirkungen, tatsächliche im In- und Ausland auftretende Schonungseffekte, Sekundärmaterialqualitäten und kreislaufwirtschaftsgerechte Produkteigenschaften Aufschluss geben.

Damit Indikatoren wegweisend für das gesellschaftliche, politische und wirtschaftliche Handeln und die Ausgestaltung von Kreislaufwirtschaftsstrategien sein können, müssen sie durch ein Berichtswesen unterlegt sein. Voraussetzung hierfür sind präzise Definitionen der Begriffe und des umfassten Systemausschnitts. Bei der Ableitung der Indikatoren sind stets Datenvalidität, Erfassbarkeit, Aufwand der Erhebung und Reproduzierbarkeit im Blick zu behalten. Es können in Ermangelung eines hinreichenden amtlichen Berichtswesens zur Kreislaufwirtschaft ergänzende wissenschaftsbasierte Erkenntnisse zur Datengenerierung und Datenbewertung Eingang finden.

# 4

## Aufwandsmaßstab

Der Aufwand für Maßnahmen in einer Kreislaufwirtschaft soll sich am Aufwand der Primärrohstoffwirtschaft mit den dabei auftretenden Umweltwirkungen inklusive der externen sozialen und ökologischen Belastung bemessen, um die gleichen Materialien oder Materialien und Güter gleichen Nutzens bereitzustellen.

Inwiefern Aktivitäten und Maßnahmen zu den Zielen der Kreislaufwirtschaft (vgl. LS 3) beitragen, bemisst sich daran, ob sie im Vergleich zu einem Referenzsystem über den gesamten Lebenszyklus weniger aufwändig sind. Das Referenzsystem sind die entsprechenden Aktivitäten einer linearen Wirtschaftsweise, in der die Materialien und Produktfunktionen ausschließlich auf Basis von Primärrohstoffen bereitgestellt werden.

Die Berücksichtigung dieses Referenzzustands einer linearen Wirtschaftsweise bei der Bewertung vorteilhafter Maßnahmen entspricht einer Systemerweiterung gegenüber der Kreislaufwirtschaft nach KrWG. Unter Aufwand werden demnach keine betriebswirtschaftlichen Kosten verstanden, sondern der gesamtwirtschaftliche Aufwand der durch die Aktivitäten einer linearen Wirtschaftsweise weltweit hervorgerufenen Umweltwirkungen, die sich ohne

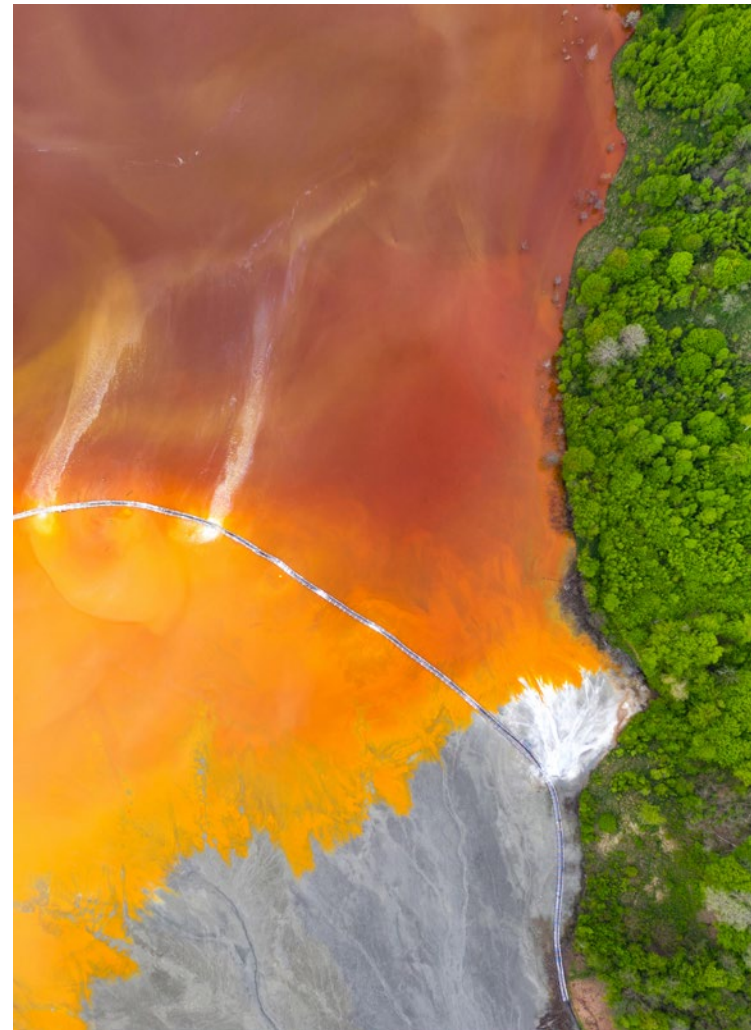
Internalisierung nicht oder nicht vollständig in den betriebswirtschaftlichen Kosten abbilden. Diese externen Kosten manifestieren sich unter anderem an der Verschlechterung der Ökosystemqualität und Beeinträchtigungen für die menschliche Gesundheit. Sie können zu einer sinkenden gesellschaftlichen Akzeptanz der Primärrohstoffgewinnung führen und auf diese Weise auch ursächlich für eingeschränkte Rohstoffverfügbarkeiten sowie möglicherweise deutlich höhere Erzeugungskosten für zukünftige Generationen sein. Die primärrohstofflichen Aufwendungen sind insbesondere bei der Rückgewinnung von solchen Rohstoffen in den Blick zu nehmen, die bei ihrer primären Gewinnung ein vergleichsweise hohes Umweltgefährdungspotential aufweisen und essentiell für Produkte, Sektoren oder Volkswirtschaften sind, so genannte ökologisch kritische Rohstoffe. Zu berücksichtigen sind auch die Umweltbelastungen durch Stoffverluste durch teilweise offene Systeme,



beispielsweise Kunststoffeinträge und Dissipation von Schad- und Störstoffen in die Umwelt, sowie Belastungen durch im Kreislauf geführte Schadstoffe. Die genannten Aufwendungen lassen sich ökologischen und sozioökologischen Wirkungskategorien zuordnen und gemäß den Methoden der Ökobilanzierung zu Belastungs- bis hin zu aggregierten Schadenspotenzialen verrechnen, welche als Bewertungsgrundlage herangezogen werden können.

Das ermittelte Schadenspotenzial lässt sich in einigen Fällen monetarisieren. Die Schäden stellen dabei zum Teil reale monetäre Kosten für die Gesellschaft dar, etwa im Gesundheitssystem, die allerdings nicht per se vom Verursacher getragen werden. Erfolgt die Aufwandsbetrachtung monetär, müssen die betriebswirtschaftlichen Kosten des Verursachers um die externen ökologischen und sozialen Kosten ergänzt werden. Daraus folgt, dass Maßnahmen in einer Kreislaufwirtschaft umweltökonomisch rentabel sind, wenn ihr Nutzen einschließlich der vermiedenen externen sozialen und ökologischen Kosten die tatsächlich auftretenden Kosten übersteigt. Dies gilt auch, wenn sie betriebswirtschaftlich unrentabel sein sollten. Demgemäß erfordern viele kreislaufwirtschaftliche Maßnahmen eine Veränderung der ökonomischen Rahmenbedingungen durch den Staat, um die externen Kosten dem Verursacher anzulasten, wie zum Beispiel durch Maßnahmen zur Produktverantwortung (vgl. LS 9).

Entsprechend sind die wirtschaftliche und technische Zumutbarkeit von kreislaufwirtschaftlichen Aktivitäten anders zu bemessen, so auch in bestehenden Gesetzeswerken und Verordnungen. Bislang führt die Auslegung der Zumutbarkeit unter verschiedenen Akteuren eines Verwertungssystems häufig zu divergenten Einschätzungen.



# 5

## Materialkreisläufe

Kreislaufwirtschaft zielt auf eine Bewirtschaftung von Materialien in möglichst gleich- oder höherwertigen Kreisläufen ab, wodurch Primärmaterialien durch Sekundärmaterialien geeigneter Qualität substituiert und eingespart werden. Gleichwohl sind auch Kaskadennutzungen und endgültige Beseitigungen im Hinblick auf die Ziele (3) und die Aufwandsmaßstäbe (4) erforderlich.

Die Produktion von Sekundärrohstoffen, die Verlangsamung von Materialkreisläufen und die Wiederverwendung sind zentrale Handlungsansätze einer Kreislaufwirtschaft. Allerdings sind sie kein Selbstzweck, sondern nur erstrebenswert, wenn sie zu den Zielen (vgl. LS 3) positiv beitragen. In der Regel ist die Zielerreichung hoch, wenn die Abfallhierarchie befolgt, Abfälle bestmöglich vermieden und hochwertige Kreisläufe realisiert werden, in denen Materialqualitäten oder die Funktionserfüllungen mit denen der entsprechenden Primärmaterialien vergleichbar sind. So ist auf Ebene des Recyclings die erzeugte Rezyklatqualität maßgeblich für die Abwägung verschiedener Verwertungsverfahren. Möglichst ist ein Downcycling zu verhindern, bei dem qualitätsgeminderte Rezyklate erzeugt werden, in denen Funktionsmaterialien unwiederbringlich verlorengehen oder sich Störstoffe als Kontamination anreichern. Denn die so erzeugten Materialien gelangen in der Regel in technisch weniger

anspruchsvolle Anwendungen, in denen sie nicht dasselbe Umweltentlastungspotenzial entfalten oder sie müssen erst wieder durch Primärmaterial so weit verdünnt werden, dass sie eng definierten technischen Qualitätsanforderungen genügen.

Von der Abfallhierarchie kann nur abgewichen werden, wenn die hierarchisch niedrigere Option stärker zu den Zielen der Kreislaufwirtschaft beiträgt als die höhere Option. In der Kreislaufwirtschaft sind daher im Hinblick auf die Ziele und die Aufwandsmaßstäbe auch Kaskadennutzungen und die endgültige Beseitigung als integrale Bestandteile erforderlich.

Bei der Bewertung von Materialkreisläufen sind alle Lebenszyklusphasen von Produkten einzubeziehen. Die Verringerung der Ressourceninanspruchnahme in der Produktions- und Nutzungsphase – beispielsweise bei leichten Verbundmaterialien – kann zu Lasten

der Recyclingfähigkeit der erzeugten Produkte gehen, aber gerechtfertigt sein, wenn die Einspareffekte jene einer funktionalen Kreislaufführung insgesamt überwiegen. Eine wichtige Stellschraube für eine effiziente Gestaltung von Material- und Produktkreisläufen ist die Rückkopplung der Anforderungen der Recyclingverfahren mit dem Produktdesign (vgl. LS 7) und der Herstellung. Zusätzlich können Entwicklungsanstrengungen für effiziente Verwertungsverfahren sowie eine klare Verantwortungszuteilung (vgl. LS 9) die Kreislaufführung fördern.

Es lassen sich drei Kreisläufe unterscheiden: In der Nutzungsphase durch Wiederverwendung, in der Produktion und Verarbeitung durch Pre-Consumer-Recycling sowie durch die Verwertung von Abfällen nach der Nutzungsphase. Die Schließung der drei genannten Arten von Kreisläufen ist mit großen und jeweils unterschiedlichen Herausforderungen – etwa an das Konsument\*innenverhalten, die Logistik, Informationsflüsse und Technologie – verbunden, um Beiträge zur Zielerreichung zu leisten (vgl. LS 3).

Auch wenn sich produktionsintern angesichts des Wissens um die materielle Beschaffenheit und Eigenschaften der Produktionsabfälle leichter hochwertige, funktionale Kreisläufe ohne Downcycling entwickeln lassen, ist hier die Materialeffizienzsteigerung zur Vermeidung von Abfällen vorrangig, da jeder zusätzliche Materialkreislauf – selbst mit guter Effektivität und hohen Wirkungsgraden – mit thermodynamisch unvermeidbaren Energieverbräuchen und in der Regel auch Materialverlusten einhergeht (vgl. LS 6).

Bei Post-Consumer-Abfällen sind die vollständige und getrennte Erfassung sowie die Materialrückgewinnung besonders herausfordernd. Sie lassen sich unter Umständen nur aufwändig trennen und aufbereiten, zurückzugewinnende Stoffe liegen teils in sehr geringen Konzentrationen vor oder enthaltene Schad- und Störstoffe können das Erreichen geforderter Rezyklatqualitäten hemmen. Gleichzeitig müssen auch Akzeptanz und Einsatz rezyklierter Materialien gesteigert werden, wofür der Rahmen unter anderem durch fiskalische Maßnahmen und vergaberechtliche Vorgaben unterstützt werden kann.

Erschwerend kommen lange Verweilzeiten und Dynamiken im anthropogenen Lager hinzu. Durch jahre- bis jahrzehntelange Materialbindungen in langlebigen Gütergruppen des anthropogenen Lagers wie Bauwerken, Kapital-, Anlage- und Konsumgütern können Kreisläufe praktisch erst mit großem zeitlichem Versatz zur Errichtung und Inverkehrbringung geschlossen werden. Je besser dabei das qualitative und quantitative Wissen um die gebundenen Materialien und die Verweilzeiten ist, umso besser können sich beteiligte Akteure auf neu entwickelnde Abfallströme und deren Verwertungsanforderungen einstellen sowie vorausschauend logistische und rechtliche Rahmenbedingungen für eine hochwertige, funktionale Kreislaufführung geschaffen werden, bei der auch Schadstoffe sicher ausgeschleust werden (vgl. LS 8). Urban Mining bietet hierzu den notwendigen Strategieansatz.

# 6

## Vermeidung

Die Vermeidung von Abfällen und Reststoffen ist der Kreislaufführung grundsätzlich vorzuziehen, da letztere immer verlustbehaftet und mit Energieaufwendungen verbunden ist. Vermeidungsmaßnahmen bemessen sich an dem Beitrag zur Zielerreichung (3) und den Aufwandsmaßstäben (4).

Abfallvermeidung ist ein prioritäres Handlungsfeld in der Kreislaufwirtschaft. Sie umfasst quantitative und qualitative Zielsetzungen. Dazu zählt zum einen die Reduzierung der Abfallmengen, welche im Endeffekt auch zu einer Verringerung der neu in das betrachtete System eingehenden Materialflüsse führen soll. Zum anderen zielt die Abfallvermeidung auf die Minderung des Gehalts an schädlichen Stoffen in Materialien und Erzeugnissen (vgl. LS 8) sowie der schädlichen Auswirkungen des erzeugten Abfalls auf die Umwelt und die menschliche Gesundheit ab (vgl. LS 3).

Wichtige Ansatzpunkte zur Verringerung des Abfallaufkommens sind die Verlängerung der Nutzungsdauer von Produkten und Bauwerken sowie die Stärkung der Wiederverwendung. Bereits während der Gestaltung von Produkten und Bauwerken sind entscheidende Voraussetzungen für eine möglichst lange Nutzung zu schaffen, indem wichtige Eigenschaften wie Reparatur-

und Demontierbarkeit sowie im Falle von Bauwerken auch die Rückbaubarkeit berücksichtigt werden (vgl. LS 7). Hierzu gehört auch die material- und ressourceneffiziente Gestaltung von Produkten und Bauwerken – unter Berücksichtigung der Zielerreichung über den gesamten Lebenszyklus (vgl. LS 3).

Die qualitative Abfallvermeidung wie die Produktion schadstoffarmer und -freier Produkte dient der verminderten Freisetzung von Schadstoffen während der Nutzungsphase und der Schadstoffakkumulierung bei der Kreislaufführung.

Abfallvermeidung steht im europäischen und deutschen Abfallrecht auf der ersten Stufe der Abfallhierarchie. Abfälle sind demnach vorrangig zu vermeiden und – wenn dies nicht möglich ist – für die Wiederverwendung vorzubereiten. Erst wenn diese Möglichkeit nicht mehr besteht, sind Abfälle (vorrangig stofflich)

zu verwerten oder zu beseitigen. Auf politischer Ebene werden die Zielvorgaben im Rahmen von Abfallvermeidungsprogrammen konkretisiert und weiter ausgeführt. So zeigt das Deutsche Abfallvermeidungsprogramm (AVP) Instrumente und Abfallvermeidungsmaßnahmen für verschiedene Lebenszyklusstufen von Erzeugnissen auf. Eines der Hauptziele ist die Entkopplung des Wirtschaftswachstums von den mit der Abfallerzeugung verbundenen negativen Auswirkungen auf Mensch und Umwelt. Um diesem Ziel näher zu kommen, muss die Abfallintensität insgesamt deutlich verringert werden. Damit Abfallvermeidung messbar wird, müssen zweckmäßige Maßstäbe (Indikatoren) festgelegt werden (vgl. LS 3).

Zum Erreichen der Abfallvermeidungsziele werden ordnungsrechtliche Maßnahmen benötigt, aber insbesondere auch Maßnahmen auf Basis des Kooperationsprinzips (vgl. LS 3). Denn Abfallvermeidung ist ein gesamtgesellschaftlicher Prozess. Ein wesentliches Instrument zur Stärkung der Akzeptanz und des Bewusstseins für Abfallvermeidung ist der aktive Dialog in der gesamten Gesellschaft. Hierzu gehört der vertiefende fachliche Austausch zwischen Expert\*innen aus Wirtschaft, Wissenschaft, Politik, Medien, von Umwelt- und Verbraucherschutzverbänden sowie von Bund, Ländern und Kommunen. Ebenso wichtig sind verbesserte Produktinformationen für Konsument\*innen.

Bürger\*innen sind als Konsumierende die entscheidenden Akteure für einen nachhaltigen Konsum. Nachhaltiger Konsum kann durch Substitution, Reduzierung und Verzicht zur Abfallvermeidung beitragen und

orientiert sich damit an einem Leitbild einer suffizienten Lebensweise. Substitution bedeutet in diesem Zusammenhang, dass herkömmliche Produkte und Dienstleistungen durch umwelt- und möglichst auch sozialverträglichere Alternativen ersetzt werden. Hierzu zählen beispielsweise Mehrwegsysteme und Produkte, die auf Schadstoffe verzichten, weniger Rohstoffe und Energie verbrauchen und nicht durch gesellschaftlich unverantwortliche Unternehmen hergestellt oder geliefert werden. Reduktion bezieht sich vor allem auf die neu in Verkehr gebrachten Produkte. Sie kann etwa durch die längere Verwendung von Gebrauchsgütern mithilfe von Reparatur, Spenden, Tausch, Weiterverkauf oder gemeinschaftliche Nutzung erreicht werden. Verzicht kann als maximale Variante der Reduktion betrachtet werden und schließt den Konsum ökologisch und sozial unverträglicher Angebote kategorisch aus. Wichtig ist, dass entstandene Kostenersparnisse durch Reduktion oder Verzicht nicht in einen weiteren Konsum münden – das heißt zu Rebound-Effekten führen. Zur Etablierung von Verhaltensweisen zugunsten eines nachhaltigen Konsums bedarf es einer unterstützenden Struktur, die nachhaltigen Konsum überhaupt zulässt, wie durch alternative Angebote und Dienste zur Wiederverwendung.

Die öffentliche Beschaffung kann ebenfalls zur Abfallvermeidung durch Wiederverwendung beitragen: Einerseits durch Maßnahmen, mithilfe derer aussondernde Gebrauchsgüter für eine weitere Nutzung bereitgestellt werden (Angebot) und andererseits durch rechtliche Vorgaben zur Beschaffung gebrauchter und wiederaufbereiteter Produkte durch die öffentliche Hand (Nachfrage).

# 7

## Design

Design für eine Kreislaufwirtschaft bedeutet, den funktionalen und wirtschaftlichen Wert von Produkten, ihren Komponenten und Materialien so lange wie möglich zu erhalten, um auf diese Weise negative Auswirkungen auf Mensch und Umwelt zu minimieren. Dabei sollen die Designansätze die Neuordnung der Produktions- und Konsumformen in der Gesellschaft unterstützen. Die Optimierung des Designs bemisst sich an dem Beitrag zur Zielerreichung (3) und den Aufwandsmaßstäben (4).

Design ist ein entscheidender Hebel, um eine Kreislaufwirtschaft zu etablieren. Ein Großteil der Umweltauswirkungen von Produkten, Dienstleistungen und Systemen – von Siedlungen bis Verkehrssystemen – wird bereits im Gestaltungsprozess festgelegt. Es entscheidet sich bei der Gestaltung, ob ein Erzeugnis langlebig ist, ob es gewartet und bei eventuellen Defekten repariert werden kann, ob eine regelmäßige technische Überholung möglich ist und ob sich Bauteile oder Materialien am Produktlebensende mit vertretbarem Aufwand wiedergewinnen lassen. Materialauswahl, Materialeinsatz und Materialverarbeitung spielen dabei eine wichtige Rolle. Sie bestimmen über die Langlebigkeit von Produkten hinaus, in welchem Umfang schädliche Auswirkungen auf Mensch und Umwelt bei der Gewinnung und Verarbeitung von Rohstoffen sowie der Produktnutzung vermieden werden können. Sie haben weiterhin Einfluss darauf, inwieweit die verwendeten Materialien in mehreren Zyklen geführt werden können, um dadurch auch zukünftig natürliche Ressourcen zu schonen.

Das Design für eine Kreislaufwirtschaft zielt erstens darauf ab, Produkte lange zu nutzen und ihre Funktionsbeständigkeit zu sichern, zweitens, größtmöglichen Werterhalt von Produkten, Produktteilen und letztlich der Materialien durch geschlossene Kreisläufe zu ermöglichen und drittens eine kleinstmögliche Umweltlast pro Nutzeinheit zu gewährleisten. Auf Produktebene heißt dies zum einen Design für Wiederverwendung und Recycling und zum anderen Design für eine möglichst lange Produktintegrität zu ermöglichen.

Gestalterische Ansätze im Produktdesign optimieren entweder bestimmte Aspekte, etwa den Energieverbrauch in der Nutzungsphase, oder reduzieren negative Umweltbeeinträchtigungen eines Produkts entlang seines Lebenswegs (vgl. LS 2), was grundsätzlich vorzuziehen ist.



Ein wichtiges Kriterium eines Designs für eine Kreislaufwirtschaft ist ein Optimum an Recyclingfähigkeit und Rezyklateinsatz unter Maßgabe der Ziele (vgl. LS 3). Leicht trennbare, schad- und stofffreie und möglichst homogene Materialien, die den technischen Anforderungen einer Wiederaufbereitung genügen, erleichtern das Recycling.

Design kann über diese technische Ebene hinauswirken, indem der soziokulturelle Kontext stärker beachtet wird und die Nutzer\*innen in den Mittelpunkt rücken. Hierzu sollen deren Bedarfe berücksichtigt und Ausgangspunkt für die Gestaltung sein. Ein Gestaltungsgrundsatz besagt: „Die Form folgt der Funktion“. Demgemäß müssen Funktion und Zweck eines Produktes im Zentrum der Betrachtung stehen, um dann mit einer dies unterstützenden Form angemessen ausbalanciert zu werden. Es ist deshalb zu prüfen, ob und in welcher Intensität ein Produkt überhaupt gebraucht wird und durch welche Faktoren in dieser Hinsicht eine möglichst lange Produktnutzung unterstützt werden kann. Eine stärkere emotionale Bindung an Produkte hilft mittels Wertschätzung „Kurzzeitmoden“ entgegenzuwirken. Weiterhin können Designansätze helfen, zu einem nachhaltigeren Handeln beizutragen, indem etwa besonders hohe Energieverbräuche signalisiert und die Erfassung zum Recycling oder die Wiederverwendung von Produkten durch die Nutzer\*innen gefördert werden.

Für die Etablierung der Kreislaufwirtschaft sind neue, kreislauforientierte Geschäfts- und Nutzungsmodelle erforderlich. Diese unterliegen einem übergreifenden Designprozess, der von allen Beteiligten auf Seiten

des Herstellers und auch der Nutzer\*innen gestaltet werden kann. Beispiele hierfür sind Produkt-Service-Systeme, die den Verleih von Produkten in den Mittelpunkt stellen und damit Anreize für wartungsarme, hochwertige Produkte mit hohem Nutzwert legen. Hierzu zählt auch das Angebot, besonders langlebige Produkte mit Dienstleistungen zur Wartung, Reparatur oder für Upgrades zu verbinden. Ebenso fallen darunter Angebote, innovative Rücknahme- und Sammelsysteme von Produkten, Produktteilen oder Materialien einzurichten, um diese weiterverwenden oder recyceln zu können.

All diese Ansätze eines Designs für eine Kreislaufwirtschaft gelten auch für größere kreislauffähige Systeme und tragen gleichermaßen zu deren erfolgreicher Umsetzung bei. Wird der Blick von der Produktebene zu Systeminnovationen geweitet, von individuellen technischen Verbesserungen zu ganzheitlichen Betrachtungen nimmt allerdings auch die Komplexität im Designprozess zu.

Design für eine Kreislaufwirtschaft ist deshalb eine interdisziplinäre Aufgabe, die nur im Zusammenspiel der beteiligten Akteure wie Nutzer\*innen, Hersteller und Recyclingwirtschaft mit einem Informationsaustausch in beide Richtungen angemessen zu bewältigen ist. Benötigt werden andere, iterative Herangehensweisen im Design, die über die bisherige klassische Idee-Prototyp-Produkt-Entwicklung hinausgehen, um sich schnell ändernden Anforderungen und Rahmenbedingungen gerecht zu werden. Hierzu bedarf es insbesondere durch die Hersteller einer ausgeprägten Verantwortungsübernahme.

# 8

## Schadstoffe

Das Inverkehrbringen von Produkten mit Stoffen, von denen Beeinträchtigungen des Wohls der Allgemeinheit speziell für die menschliche Gesundheit sowie die Umwelt ausgehen, ist zu vermeiden. Sofern derartige Stoffe nicht substituierbar, bereits enthalten sind oder sich erst im Nachhinein als solche herausstellen, so sind sie zu zerstören oder durch Ablagerung in sichere Senken auszuschleusen oder unter Abwägung der Ziele (3) und Aufwandsmaßstäbe (4) in sicheren Kreisläufen zu führen, wobei eine Schadstoffanreicherung zu verhindern ist.

Die Vermeidung und Verminderung von Schadstoffeinträgen in die Umwelt ist eine zentrale umweltpolitische Zielsetzung. Sind Schadstoffe nicht vermeidbar, weil sie beispielsweise dem Flammenschutz dienen und somit gesetzlich vorgeschriebene Zwecke erfüllen oder bereits in den Primärrohstoffen als Hintergrundbelastung enthalten sind, so müssen zumindest entsprechende Informationen bereitgestellt und mögliche Entsorgungswege mit bedacht werden. Bei der grundsätzlich anzustrebenden Substitution von Schadstoffen ist zu beachten, dass die Substitute nicht ähnlich kritisch einzustufen sind oder perspektivisch eingestuft werden, im Sinne einer so genannten „regrettable substitution“.

Abfälle fallen oft als Gemische mit heterogener Zusammensetzung an, was dazu führen kann, dass nur wenige belastbare Kenntnisse über enthaltene Materialien und mögliche Schadstoffe vorliegen.

Aus diesem Grund können Abfallbehandlungs- und Recyclingprozesse nicht immer zielgenau ausgerichtet werden. Hinzu kommen technische Störstoffe, die die Kreislaufführung erschweren, verhindern oder für die – wie im Fall carbonfaserverstärkter Kunststoffe und weiterer neuartiger Funktionsmaterialien – derzeit noch keine passenden Entsorgungskonzepte existieren.

Eine schadlose Verwertung von schadstoffhaltigen Abfällen ist dann gewährleistet, wenn das Ausmaß der Verunreinigungen sowie die Art der Verwertung Beeinträchtigungen von Mensch und Umwelt nicht erwarten lassen, die Anreicherung von Schadstoffen im Wertstoffkreislauf vermieden wird und die separierten schadstoffhaltigen Fraktionen ordnungsgemäß beseitigt werden. Der rechtliche Rahmen für die Ausschleusung schadstoffhaltiger Abfallfraktionen basiert unter anderem auf Stoffbeschränkungen

(z. B. REACH, RoHS, POP-Verordnung) in Verbindung mit den abfallrechtlichen Regelungen. Hieraus ergeben sich auch Ausnahmeregelungen, welche ein kontrolliertes Zirkulieren von Schadstoffen wie Schwermetallen (z. B. Cadmium, Blei) in sicheren, anwendungsbezogenen Kreisläufen mit definierten Toleranzschwellen zulassen. Derartige Regelungen sind vorteilhaft, wenn sich auf diese Weise – unter Abwägung der Schutzgüter – stärker zu den Zielen der Kreislaufwirtschaft beitragen lässt (vgl. LS 3).

Die Bedingungen für die schadlose Verwertung eines Abfalls sind genau zu prüfen und zu bewerten. Abfallerzeugende Betriebe und zuständige Behörden kann diese Prüfung angesichts des Informationsdefizits über Schadstoffgehalte in Produkten und Abfällen vor große Herausforderungen stellen. Die für die Abfalleinstufung anzuwendenden Regelwerke des Chemikalien- und Abfallrechts weisen in sich eine hohe Komplexität auf und erfordern eine gute Kenntnis dieser Rechtsgebiete. Weiterhin ist die Weiterentwicklung und Anpassung des europäischen Abfallverzeichnisses an den Stand der Technik unabdingbar, um auch neue industrielle Prozesse und Techno-

logien zu berücksichtigen und neue Abfallarten, wie lithiumhaltige Batterien, adäquat einordnen zu können.

Die energetische Verwertung oder die Beseitigung eines schadstoffhaltigen Abfalls kann der stofflichen Verwertung vorgezogen werden, wenn der Schonung natürlicher Ressourcen sowie dem Schutz der menschlichen Gesundheit und der Umwelt auf diese Weise am besten entsprochen wird (vgl. LS 3 und 5). Für die energetische Verwertung beziehungsweise thermische Beseitigung sind Verfahren und Anlagen zu nutzen, die eine hohe Betriebssicherheit und eine sichere Zerstörung der organischen Schadstoffe



## 8. Schadstoffe



sowie eine Aufkonzentration und sichere Ausschleusung der Schwermetalle und ihrer Verbindungen sicherstellen und dadurch auch eine Verwertung von Verbrennungsrückständen ermöglichen. Dies wird durch Sonderabfall-, Siedlungsabfall- oder Mitverbrennungsanlagen nach dem Stand der Technik gewährleistet.

Die Verfügbarkeit von transparenten Informationen zu eingesetzten Chemikalien in Produkten für Akteure entlang der gesamten Wertschöpfungskette einschließlich des Entsorgungsbereiches ist eine wichtige Voraussetzung für ein umwelt- und gesundheitsgerechtes Management der Materialströme sowie zur Prävention des unkontrollierten Zirkulierens von gefährlichen Stoffen. Die novellierte EU-Abfallrahmenrichtlinie (2018) fordert die Bereitstellung von Informationen zu besorgniserregenden Stoffen (SVHC), nicht nur für Konsument\*innen, sondern auch für die abfallbehandelnden Unternehmen. Hierfür stellt die Europäische Chemikalienagentur (ECHA) 2021 eine Datenbank zur Verfügung, in der Informationen über besorgniserregende Stoffe in Erzeugnissen (SCIP – Substances of Concern in Products) verzeichnet sind.

Eine besondere Herausforderung besteht darin, die Informationen für Produkte mit langer Lebensdauer und aus früheren Anwendungen verfügbar zu machen. In sogenannten „Altprodukten“ wurden mitunter Stoffe eingesetzt, die erst zu einem späteren Zeitpunkt reguliert wurden. Da verwendungsbeschränkte chemische Stoffe in der Kreislaufführung möglichst weitgehend reduziert werden müssen, vermindert sich das anfängliche Recyclingpotential, sofern sich die Schadstoffe nicht gezielt ausschleusen lassen. Dies hat zur Folge, dass die betreffenden Abfälle dann etwa insgesamt nicht mehr recycelt werden dürfen, sondern ausschließlich einer energetischen Verwertung oder thermischen Beseitigung zuzuführen sind. Der Anspruch einer möglichst weitgehenden Kreislaufführung von schadstoffbelasteten Materialien erfordert daher auch die Weiterentwicklung technischer Verfahren zur Ausschleusung von Schadstoffen.

# 9

## Verantwortung

In einer Kreislaufwirtschaft tragen alle Akteure innerhalb von Produktlebenszyklen und entlang von Materialwertschöpfungsketten eine Verantwortung für das Erreichen der Ziele der Kreislaufwirtschaft. Die Übernahme der Verantwortung muss rechtlich sichergestellt werden, sofern diese anderenfalls nicht hinreichend wahrgenommen wird.

Die Verteilung der Verantwortung in einer Kreislaufwirtschaft soll auf alle Lebenszyklusphasen von Produkten wirken und erfolgt im Wesentlichen nach drei sich überschneidenden Zuordnungskriterien: Dem Verursacherprinzip, der besten Eignung sowie dem Einfluss auf die Lebenszyklusphasen.

Es ist eine prinzipielle Aufgabe der Umweltpolitik, die Kosten für Umweltbelastungen dem Verursacher durch geeignete Maßnahmen anzulasten. Unter Berufung auf das Verursacherprinzip ordnet der Gesetzgeber die Verantwortung für die lebenszyklusweiten Umweltauswirkungen den Beteiligten im Produktlebenszyklus zu. Im Falle der Produzenten und Inverkehrbringer erstreckt sich die Verantwortung zum Beispiel auf quantitative und qualitative Abfallvermeidung und kreislaufgerechtes Design, umweltgerechte Produktion nach dem Stand der Technik, Produktinformationen, Datenerhebung und

die ordnungsgemäße Entsorgung sowie neuerdings auch Reinigungsmaßnahmen für nicht ordnungsgemäß entsorgte Produkte. Vertreibern kann eine Verantwortung für die Rücknahme der vertriebenen Produkte am Ende ihrer Nutzung oder auch von Produktverpackungen übertragen werden, soweit dies für den entsprechenden Abfallstrom zielführend ist. Konsument\*innen einschließlich der öffentlichen Beschaffung verantworten die Konsumententscheidungen sowie die Nutzungsdauer der Produkte. Wie auch allen weiteren Abfallerzeugern obliegt ihnen die Minimierung der Abfallmengen und Zuführung von Abfällen in die richtigen Entsorgungswege. Darüber hinaus tragen Wissenschaft und Bildungseinrichtungen ebenso wie Verbände und Normungsgremien eine Verantwortung zum Erreichen der Ziele der Kreislaufwirtschaft.



Die Verantwortung kann auch demjenigen übertragen werden, der am besten oder verlässlichsten geeignet ist, die Ziele der Kreislaufwirtschaft zu erreichen. Für eine Erfassung und ordnungsgemäße Entsorgung nach dem Stand der Technik sowie die Abfallberatung können dies sowohl die öffentliche Hand als auch privatwirtschaftliche Entsorgungsunternehmen und Rücknahmesysteme sein. Eine individuelle Verantwortungszuweisung kann grundsätzlich eine starke Rückwirkung auf andere Lebenszyklusphasen eines Produktes entfalten. In der Praxis kann es jedoch auch sinnvoll sein, Verantwortung kollektiv zu übertragen, um bestimmte Aktivitäten, wie die Abfallerfassung, effizient organisieren und bündeln zu können.

Mit der Ausgestaltung der zugewiesenen Produktverantwortung kann Einfluss auf die lebenszyklusweiten Umweltwirkungen von Produkten genommen werden. Beispielsweise soll eine finanzielle und gegebenenfalls organisatorische Entsorgungsverantwortung für ihre Produkte Motivation für Hersteller sein, ihre Gestaltungsmöglichkeiten in der Design- und Produktionsphase zu nutzen, um ein ressourcen- und abfall-, schadstoff- und emissionsarmes Produkt mit hoher Lebensdauer sowie Wiederverwendungs-, Reparatur- und Recyclingfähigkeit zu schaffen. Unter anderem bei Verpackungen bestehen in diesem Zusammenhang große ökologische Optimierungspotenziale.

Aufgabe der staatlichen Institutionen auf globaler, europäischer und nationaler Ebene ist es, durch rechtliche Vorgaben wie zum Beispiel durch Verantwortungsübertragung, Stoff- und Produktverbote oder Vorgaben zum Stand der Technik den Rahmen zu setzen, um die Ziele der Kreislaufwirtschaft zu erreichen (vgl. LS 3). Dies ist durch den Rechtsvollzug wie die Genehmigung von Anlagen, die Registrierung von Akteuren, die Überwachung der Wahrnehmung der Verantwortung und die Zielüberprüfung mittels geeigneten Monitorings sicherzustellen. Lenkende rechtliche Regelungen – so zur Anpassung der ökonomischen Rahmenbedingungen oder Zielquoten – sind immer dann erforderlich, wenn sonstige Treiber im Markt fehlen oder nicht hinreichend sind.

Ein etabliertes Instrument der Verantwortungsübertragung stellt die abfallwirtschaftliche Produktverantwortung (§§ 23–27 KrWG, Art. 8, 8a EU-Abfallrahmenrichtlinie) dar, deren Schwerpunkt häufig darauf liegt, den Herstellern die (finanzielle) Verantwortung für die ordnungsgemäße Entsorgung ihrer Produkte aufzuerlegen. Diese wird erweitert um die Herstellerverantwortung auch in Fällen des nicht ordnungsgemäßen Verhaltens der Nutzer\*innen, beispielsweise für Reinigungsmaßnahmen bei Littering, und um Obhutspflichten.

Neben der Verantwortung für die Materialströme spielt die Informationsverantwortung eine wichtige Rolle. Hierzu gehören Informationen der Hersteller über die Produkte, ihre Zusammensetzung – inklusive Chemikalien, Rezyklateinsatz, Schadstoffe,

## 9. Verantwortung

Wertstoffe – und Handhabung während der Produktnutzungs- und Entsorgungsphase. Damit verbunden sind Datenerhebungen über Produkt-, Material- und Abfallströme inklusive des Verbleibs beziehungsweise der Verluste in die Umwelt und eine zielgruppengerechte Bereitstellung der Informationen für Konsument\*innen sowie Entsorger.

Eine Herausforderung an die Verteilung, rechtliche Festlegung, Kontrolle sowie wirkungsvolle Wahrnehmung der Verantwortung ergibt sich aus der ständigen Veränderung von Produkten und Materialströmen. Bereits bei der Konzeption neuer Produkte (einschließlich der Verpackungen) und Dienstleistungen sind daher alle weiteren Lebenszyklusphasen mitzudenken. Hierzu zählen auch die langfristige Bereitstellung von Ersatzteilen, Reparaturmöglichkeiten und Produktinformationen sowie die rechtzeitige Bereitstellung geeigneter Entsorgungs- und Kreislauführungsmöglichkeiten.

Mit Blick auf die internationale Dimension der Kreislaufwirtschaft (vgl. LS 2) ist die Verantwortung für die Lebenszyklusphasen auch grenzüberschreitend wahrzunehmen, da sowohl die Primärrohstoffgewinnung als auch die Entsorgung häufig in anderen Volkswirtschaften außerhalb der nationalen und europäischen Hoheitsgebiete auftreten. Ziel ist es, dass die Verantwortung entlang globaler Lieferketten Erfolg versprechend, fair und durchsetzbar verteilt wird.





► **Unsere Broschüren als Download**

Kurzlink: [bit.ly/2dowYYI](https://bit.ly/2dowYYI)

 [www.facebook.com/umweltbundesamt.de](https://www.facebook.com/umweltbundesamt.de)

 [www.twitter.com/umweltbundesamt](https://www.twitter.com/umweltbundesamt)

 [www.youtube.com/user/umweltbundesamt](https://www.youtube.com/user/umweltbundesamt)

 [www.instagram.com/umweltbundesamt/](https://www.instagram.com/umweltbundesamt/)