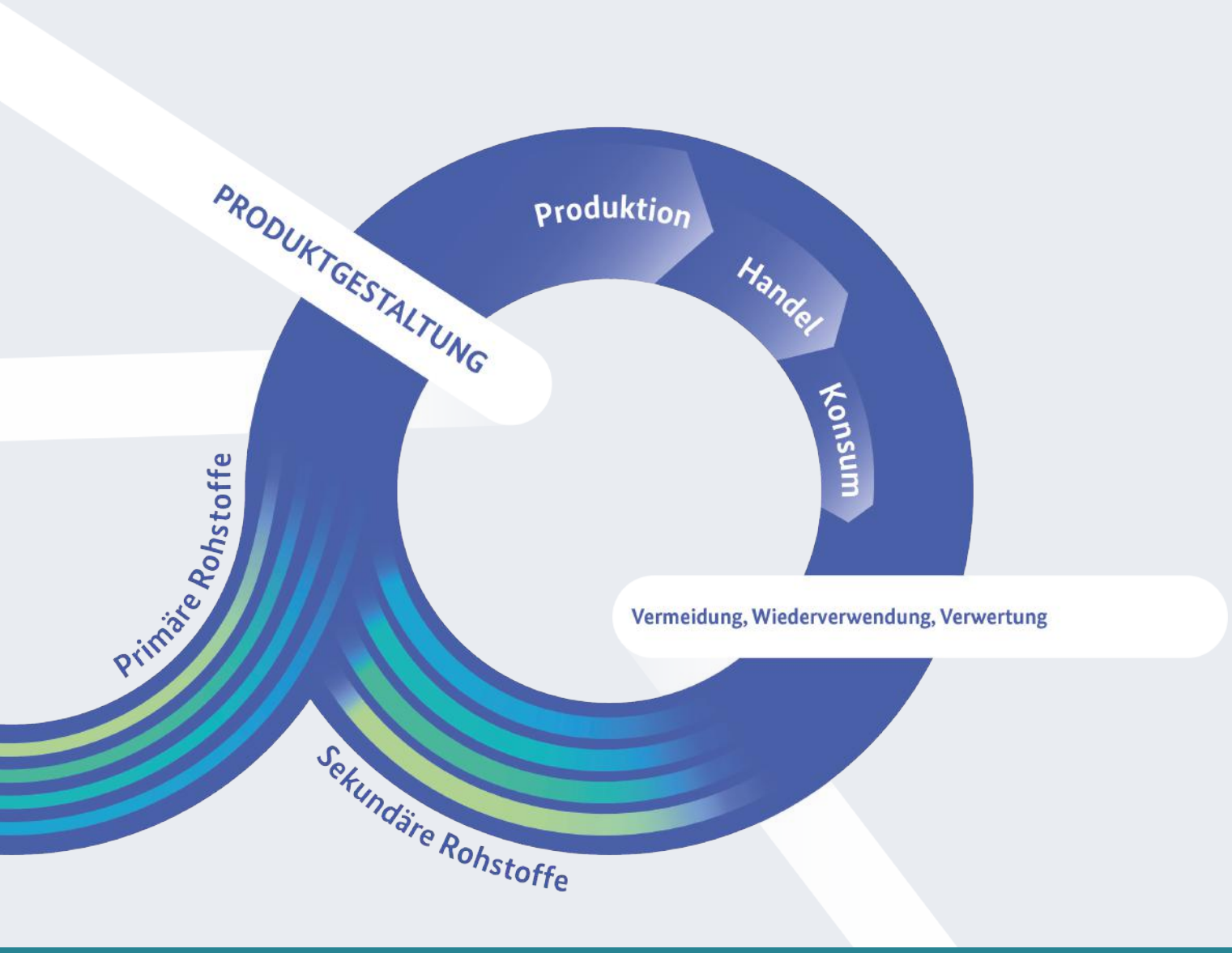
Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit
und Verbraucherschutz

Kreislaufwirtschafts-
strategie Deutschland



Nationale Kreislaufwirtschaftsstrategie

Inhalt

Nationale Kreislaufwirtschaftsstrategie – Zusammenfassung i

1. Transformation in eine ressourcenschonende zirkuläre Wirtschaft 1

1.1 Kreislaufwirtschaft ist zentral für die Transformation der Wirtschaft 1

1.2 Aktuelle Rohstoffnutzung und dreifache Umwelt-Krise 1

1.3 Vision einer Kreislaufwirtschaft 4

1.4 Beitrag zum Klimaschutz und zur Dekarbonisierung der Wirtschaft 6

1.5 Beitrag zur sicheren und resilienten Rohstoffversorgung 11

1.6 Wohlstand, Wettbewerbsfähigkeit und nachhaltiges Wirtschaftswachstum 12

1.7 Die NKWS als Rahmenstrategie 13

2. Leitlinien, Ziele und Indikatoren 14

2.1 Leitlinien für eine nachhaltige Kreislaufwirtschaft 14

2.2 Leitbild und Ziele 15

2.3 Erfassung der Auswirkungen der Kreislaufwirtschaft auf Umwelt, Klima, Wirtschaft und Gesellschaft 18

3. Querschnittsthemen 19

3.1 Die R-Strategien 19

3.2 Produktgestaltung für Zirkularität und Langlebigkeit 20

3.2.1 Status Quo 20

3.2.2 Ziele 21

3.2.3 Maßnahmen 22

3.3 Nachhaltiger Konsum und Handel 22

3.3.1 Status Quo 22

3.3.2 Ziele 23

3.3.3 Maßnahmen 23

3.4 Normung 25

3.4.1 Status Quo 25

3.4.2 Ziele 26

3.4.3 Maßnahmen 27

3.5 Ökonomische Instrumente und Finanzierung 28

3.5.1 Status Quo 28

3.5.2 Ziele 30

3.5.3 Maßnahmen 31

3.6 Schadstoffausschleusung 36

3.6.1 Status Quo 36

3.6.2 Ziele 36

3.6.3 Maßnahmen ... 37
3.7 Zirkuläre Bioökonomie und biogene Rohstoffe ... 38
3.7.1 Status Quo ... 38
3.7.2 Ziele ... 39
3.7.3 Maßnahmen ... 39
3.8 Globale Stoffströme ... 41
3.8.1 Status Quo ... 41
3.8.2 Ziele ... 42
3.8.3 Maßnahmen ... 43
3.9 Forschung und Entwicklung ... 44
3.9.1 Ziele und übergeordnete Maßnahmen ... 45
3.9.2 Maßnahmen ... 46
3.10 Qualifizierung ... 50
3.10.1 Status Quo ... 50
3.10.2 Ziele ... 50
3.10.3 Maßnahmen ... 51
3.11 Abfälle vermeiden und verwerten ... 52
3.11.1 Status Quo ... 52
4. Prioritäre Handlungsfelder der Transformation ... 57
4.1 Die Handlungsfelder ... 57
4.2 Digitalisierung und Circular Economy ... 57
4.3 Zirkuläre und ressourceneffiziente Produktion ... 62
4.3.1 Status-Quo ... 62
4.3.2 Laufende Vorhaben auf nationaler und europäischer Ebene ... 63
4.3.3 Ziele ... 64
4.3.4 Maßnahmen ... 64
4.4 Fahrzeuge und Batterien, Mobilität ... 67
4.4.1 Status Quo ... 67
4.4.2 Laufende Vorhaben auf nationaler und europäischer Ebene ... 68
4.4.3 Ziele ... 69
4.4.4 Maßnahmen ... 69
4.5 IKT und Elektro(nik)geräte ... 71
4.5.1 Status-Quo ... 71
4.5.2 Laufende Vorhaben auf nationaler und europäischer Ebene ... 71
4.5.3 Ziele ... 72
4.5.4 Maßnahmen ... 72

4.6 Erneuerbare Energien-Anlagen 74
4.6.1 Status-Quo 74
4.6.2 Laufende Vorhaben auf nationaler und europäischer Ebene 76
4.6.3 Ziele 77
4.6.4 Maßnahmen 77
4.6.5 Maßnahmen: Windenergieanlagen 78
4.6.6 Maßnahmen: Photovoltaik-Module 79
4.6.7 Maßnahmen: Wärmepumpen 80
4.7 Bekleidung und Textilien 81
4.7.1 Status-Quo 81
4.7.2 Laufende Vorhaben auf nationaler und europäischer Ebene 82
4.7.3 Ziele 83
4.7.4 Maßnahmen 83
4.8 Bau- und Gebäudebereich 85
4.8.1 Status Quo 85
4.8.2 Laufende Vorhaben auf nationaler und europäischer Ebene 86
4.8.3 Ziele 88
4.8.4 Maßnahmen 90
4.9 Metalle 94
4.9.1 Status Quo 94
4.9.2 Laufende Vorhaben auf nationaler und europäischer Ebene 95
4.9.3 Ziele 96
4.9.4 Maßnahmen 96
4.10 Kunststoffe 98
4.10.1 Status Quo 98
4.10.2 Laufende Vorhaben auf nationaler und europäischer Ebene 99
4.10.3 Ziele 100
4.10.4 Maßnahmen 100
4.11 Öffentliche Beschaffung 103
4.11.1 Status-Quo 103
4.11.2 Laufende Vorhaben auf nationaler und europäischer Ebene 104
4.11.3 Ziele 105
4.11.4 Maßnahmen 106
5. Die NKWS im europäischen Kontext 110
5.1 Status Quo 110
5.2 Ziele 111

6. Internationale Kooperation 112
6.1 Status Quo 112
6.2 Ziele 113
6.3 Maßnahmen und Instrumente 114
7. Umsetzung und Fortentwicklung der Strategie 116
7.1 Schritte zur Umsetzung der NKWS 116
7.2 Plattform für Kreislaufwirtschaft 117
7.3 Initiativen aus Wirtschaft und Gesellschaft 118
7.4 Monitoring und Evaluation 119
7.5 Finanzierung 119
8. Anhang 121

Nationale Kreislaufwirtschaftsstrategie – Zusammenfassung

1. Zielbild Kreislaufwirtschaft

Die Kreislaufwirtschaft[1] ist zentral für die Erreichung unserer klima- und umweltpolitischen Ziele und eröffnet gleichzeitig große Chancen für Wachstum, Beschäftigung und Wettbewerbsfähigkeit. Die Transformation zur Kreislaufwirtschaft leistet einen wichtigen Beitrag zur Sicherung der Rohstoffversorgung. Sie erhöht die Widerstandsfähigkeit der Lieferketten sowie die Resilienz der Wirtschaft durch die verstärkte Nutzung von Sekundärrohstoffen und Ressourceneffizienz und reduziert den primären Rohstoffbedarf. Zudem bietet die Kreislaufwirtschaft erhebliche zusätzliche und kostengünstige Möglichkeiten für eine Dekarbonisierung der Industrie auf Basis bereits heute verfügbarer Technologien. Die Kreislaufwirtschaft hat das Potenzial, neue Technologien und Geschäftsmodelle anzuregen und damit Wertschöpfung und Produktivität der gesamten Wirtschaft zu steigern. Dies ist insbesondere zusammen mit dem beschleunigten Einsatz digitaler Technologien mit großen Chancen verbunden. Zirkuläres Wirtschaften kann ein zentraler Erfolgsfaktor für die deutsche Wirtschaft im internationalen Wettbewerb werden. Wir wollen die Innovationskraft in Deutschland nutzen für eine Modernisierung der Wirtschaft, die weitgehend in Kreisläufen Wertschöpfung erzielt und einen deutlich geringeren Einsatz neuer Ressourcen benötigt. Die Bundesregierung hat sich daher das Ziel gesetzt, Wirtschaftsprozesse zirkulärer und ressourcenschonender zu gestalten. Diesen Prozess soll die Nationale Kreislaufwirtschaftsstrategie (NKWS) vorantreiben.

Oberstes Ziel ist gemäß Koalitionsvertrag, den Verbrauch primärer Rohstoffe zu senken und Stoffkreisläufe zu schließen. Die Strategie setzt die mittel- bis langfristig erforderlichen umwelt- und industriepolitischen Rahmenbedingungen, um zirkuläres Wirtschaften voranzutreiben, insbesondere durch Vereinbarung zentraler Ziele und die Erarbeitung konkreter Maßnahmen. Damit stellt sie die Weichen und setzt Anreize für die Entwicklung der erforderlichen Innovationen in Technik und neue Geschäftsmodelle.

Die NKWS folgt dem Leitbild, den Wert von Rohstoffen und Produkten möglichst lang zu erhalten, Materialien sparsam zu verwenden und solange wie möglich im Kreislauf zu führen und letztlich hierüber zu einer Stärkung der Resilienz und Innovationskraft des Industriestandortes Deutschland zu führen. Eine Lebenszyklusperspektive ist dafür zentral – ausgehend von der Produktgestaltung über Produktion und Konsum, Logistik bis hin zu Recycling, Reparierbarkeit und Wiederverwendung. Alle Stationen der Wertschöpfung werden dabei auf Zirkularität ausgerichtet. Dieses Leitbild steht im Einklang mit dem Kreislaufwirtschaftsaktionsplan der Europäischen Union (EU) und unterstützt die Ziele der Deutschen Nachhaltigkeitsstrategie (DNS). Um die Transformation zur Kreislaufwirtschaft auf eine breite Grundlage zu stellen, wurde die NKWS in einem umfangreichen Beteiligungsprozess erarbeitet. Die Strategie soll auch weiter gemeinsam mit den Stakeholdern aus Wirtschaft und Zivilgesellschaft umgesetzt werden.

2. Klima und Umwelt schützen, Chancen für Wertschöpfung und Wettbewerbsfähigkeit nutzen

Deutschland hat sich zur Netto-Treibhausgas-Neutralität bis zum Jahr 2045 verpflichtet. Zirkuläres Wirtschaften ist hierfür, sowie für den Schutz der Umwelt und Biodiversität und damit unserer

natürlichen Lebensgrundlagen, ein zentraler Erfolgsfaktor. Dies gilt vor allem für die Dekarbonisierung der Industrie. Fast ein Viertel der Treibhausgas-Emissionen Deutschlands entfallen auf den Industriesektor. Der größte Teil davon wird in zentralen Bereichen der Industrie bei der Gewinnung von Rohstoffen und der Herstellung und Umwandlung von Vorprodukten verursacht. In der Chemieindustrie und im Maschinen- und Fahrzeugbau beträgt dieser Anteil zwischen 60 und 80 Prozent[2]. Zirkuläres Wirtschaften in der Industrie hat das Potenzial, die Treibhausgasemissionen bis zum Jahr 2050 um ca. 30 bis 50 Prozent zu reduzieren und gleichzeitig die Wertschöpfung zu steigern[3]. Ein integrierter Ansatz von Klimaschutz und Kreislaufwirtschaft bietet die Chance, die Vermeidungskosten pro Tonne CO_2 bis 2045 für Stahl, Beton, Zement und Kunststoffe um 45 Prozent[4] zu reduzieren.

Durch die Schließung von Stoffkreisläufen für alle Rohstoffarten – von Baustoffen bis zu kritischen Industriemetallen – leistet die Kreislaufwirtschaft einen wesentlichen Beitrag zur Sicherung der Rohstoffversorgung unserer Wirtschaft, kann Deutschland perspektivisch unabhängiger von Importen machen und kann kritische Abhängigkeiten von bestimmten Rohstofflieferanten verringern. In einer von Krisen und Kriegen geprägten Zeit ist dies entscheidend, um Wertschöpfungs- und Lieferketten widerstandsfähiger zu gestalten und damit die Wettbewerbsfähigkeit des Standorts Deutschland zu stärken.

Durch eine stärkere Nutzung der Kreislaufwirtschaft kann die Industrie ihre Klimaschutzziele schneller, sicherer und kostengünstiger erreichen. Neben der Einsparung von Primärrohstoffen tragen auch die Kohlenstoffkreisläufe, die Kohlenstoffdioxid aus industriellen Prozessen oder aus der Atmosphäre als Rohstoff gewinnen, zur Reduktion des Einsatzes fossiler Ressourcen bei. Hierfür ist eine Carbon Management-Strategie entwickelt worden. Mit der NKWS verankern wir daher Kreislaufwirtschaft als eine zentrale Säule des Klimaschutzes. Ihr Beitrag zur Reduktion von Treibhausgasemissionen wird dazu künftig in den Zielen, Modellen und Maßnahmenprogrammen für den nationalen Klimaschutz durch die Bundesregierung systematisch integriert werden.

Eine zirkuläre Wirtschaft bietet große ökonomische Chancen. Studien aus Wirtschaft und Wissenschaft zeigen eindrucksvoll die Potentiale der Kreislaufwirtschaft für Innovation, Wertschöpfung, neue zirkuläre Geschäftsmodelle und Versorgungssicherheit. Der Bundesverband der Deutschen Industrie (BDI) und das Beratungsunternehmen Deloitte gehen bis 2030 von einer jährlichen Steigerung der Bruttowertschöpfung der deutschen Wirtschaft um 12 Mrd. € sowie einem Beschäftigungszuwachs von 117.000 Arbeitsplätzen aus. McKinsey schätzt das globale Marktpotenzial bei Konsumgütern der Kreislaufwirtschaft mittelfristig (2030) auf 650 Mrd. € pro Jahr.

Eine wichtige Voraussetzung zur Hebung der Potentiale ist, dass die Kosten der künftigen Abfälle und deren Recycling sowie die Kosten der Wiedergewinnung der darin enthaltenen Rohstoffe in die betriebswirtschaftliche Kalkulation der Produzenten eingehen.

Die NKWS knüpft an die industrielle Stärke Deutschlands an. „Made in Germany“, das traditionell für Werthaltigkeit und Langlebigkeit steht, soll als „Circularity made in Germany“ neue Strahlkraft erhalten. Eine zirkuläre Wirtschaft verändert nicht nur die Art der Produktion und eröffnet neue Geschäftsfelder, sie ermöglicht neue Formen der Wertschöpfung und schafft zukunftssichere Arbeitsplätze. Der Schlüssel einer erfolgreichen Wirtschaftspolitik liegt in einem klaren und verlässlichen Rahmen, der die notwendigen Investitionen und Innovationen beschleunigt. Die Bundesregierung schafft mit der NKWS

diesen Rahmen, damit die Transformation wirtschaftlich erfolgreich, fair und sozial gerecht erfolgt. Deutschland ist als Industrie- und Technologiestandort und mit seiner führenden Rolle in Kreislaufwirtschaftstechnologien hervorragend aufgestellt, um seine Technologieführerschaft weiter auszubauen und zum globalen Leitanbieter der Kreislaufwirtschaft zu werden. Damit einher geht auch die Chance, die entstehenden neuen Arbeitsplätze von Beginn an sicher und menschengerecht zu gestalten und mit „guter Arbeitspraxis“ international Standards zu setzen.

Da zentrale Weichenstellungen auf EU-Ebene vorgenommen werden, setzen wir uns in Brüssel unter anderem für eine erfolgreiche Umsetzung des Aktionsplans für die Kreislaufwirtschaft ein. Nachhaltigkeitsanforderungen an Produkte sollten EU-weit im Dialog mit den Herstellern festgelegt werden. Gleichzeitig wollen wir mit der NKWS auch den globalen Übergang zu einer „Circular Economy“ stärken, um unsere natürlichen Lebensgrundlagen zu schützen, zum Einhalten der Temperaturgrenze von 1,5 Grad beizutragen und zugleich die Märkte für innovative Technologien und Geschäftsmodelle unserer Industrien zu erweitern. Die Kreislaufwirtschaft muss dabei immer im Kontext internationaler Handelsbeziehungen und -regeln gedacht werden. Bei allen Maßnahmen ist gleichzeitig darauf zu achten, zusätzlichen bürokratischen Aufwand auf ein Mindestmaß zu reduzieren und insbesondere die marktliche Durchdringung innovativer, klimafreundlicher Technologien zu beschleunigen.

3. Ziele und Indikatoren für die Transformation

Die NKWS soll dazu beitragen, Deutschland bis 2045 klimaneutral, wettbewerbsfähiger und wirtschaftlich widerstandsfähiger zu machen sowie Ziele der deutschen Nachhaltigkeitsstrategie zu erreichen. Die NKWS enthält ein Leitbild, drei strategische Ziele zur Konkretisierung und Indikatoren, anhand derer gemessen werden kann, ob die zentralen Hebel für eine Kreislaufwirtschaft erfolgreich genutzt werden. Diese bilden die Grundlage für Umsetzung, Monitoring und Evaluation der NKWS.

Leitbild: Senkung des Primärrohstoffverbrauchs

Die Bundesregierung strebt mit der NKWS an, die Rahmenbedingungen dafür zu schaffen, dass auf Basis der Ziele der Deutschen Nachhaltigkeitsstrategie die Menge der in Anspruch genommenen Primärrohstoffe für Konsum und Investitionen in Deutschland inklusive der dafür im Ausland notwendigen Vorketten abzüglich der Exporte bis zum Jahr 2045 deutlich sinken kann. Dabei dient der Vorschlag des International Resource Panel der UNEP für die Konkretisierung der UN Sustainable Development Goals, weltweit bis 2050 eine durchschnittliche Intensität des Rohstoffverbrauchs von 6 – 8 Tonnen pro Kopf und Jahr zu erreichen, als eine Orientierung. Das Leitbild wird, beginnend 2030, alle fünf Jahre unter Beteiligung der Wirtschaft evaluiert und erforderlichenfalls angepasst. Dabei sollen insbesondere berücksichtigt werden:

- Entwicklung von Rohstoffbedarfen, Rohstoffkosten und Rohstoffverfügbarkeiten,
- Stoffstromspezifische Rahmenbedingungen,
- Ökologische, ökonomische und soziale Wirkungen zentraler Maßnahmen,
- Rohstoffverbräuche, die sich aus notwendigen Investitionen ergeben.

Der Primärrohstoffverbrauch wird auf nationaler Ebene über den Indikator „Raw Material Consumption“ (RMC, Rohstofffußabdruck) statistisch erfasst. Unternehmen und privaten Haushalten entsteht hierüber kein bürokratischer Aufwand.

Ziel 1: Stoffkreisläufe schließen

Das Ziel der EU, den prozentualen Anteil von Sekundärrohstoffen an der Gesamtmenge aller genutzten Rohstoffe bis zum Jahr 2030 zu verdoppeln, wird national aufgegriffen und durch Maßnahmen in allen wichtigen Stoffströmen unterstützt (Indikator Circular Material Use Rate (CMUR)). Dabei sind ausreichende Verfügbarkeit von Rezyklaten, ihre Qualität und Akzeptanz sowie eine flankierende Marktanalyse zentrale Bedingungen.

Ziel 2: Rohstoffversorgungssicherheit und Rohstoffsouveränität erhöhen

Entsprechend der EU-Ziele im Critical Raw Material Act sollen die Produktionskapazitäten der EU 10 Prozent des Bedarfes an strategischen Rohstoffen in der EU und 40 Prozent des Bedarfes an weiterverarbeiteten Rohstoffprodukten decken können. Die Recyclingkapazität der EU soll es ermöglichen, 25 Prozent der strategischen Rohstoffe bis 2030 zu decken. Kein Rohstoff soll zu mehr als 65 Prozent aus einem einzigen Drittland bezogen werden. Deutschland unterstützt diese Zielsetzungen national mit der NKWS durch wirksame Maßnahmen. Hierbei legen wir besonderes Augenmerk auf für die deutsche Industrie strategisch relevante Rohstoffe.

Ziel 3: Abfälle vermeiden

Das Pro-Kopf-Aufkommen an Siedlungsabfällen soll bis zum Jahr 2030 um 10 Prozent und bis zum Jahr 2045 um 20 Prozent sinken im Vergleich zum Jahr 2020. Im Sinne einer umfassenden Kreislaufwirtschaft setzt die NKWS bei der Reduzierung der Abfallmengen auf der ersten Stufe der Abfallhierarchie an. Die Reduzierung von Siedlungsabfällen durch geschlossene Kreisläufe kann zur Erschließung wertvoller Ressourcen beitragen.

4. Neue Technologien in den Markt bringen, Investitionen erleichtern und Wirtschaft stärken

Die Transformation zu einer Kreislaufwirtschaft benötigt technologische Innovationen und Investitionen, die durch die in der NKWS enthaltenen Maßnahmen angestoßen, schnell in den Markt gebracht und skaliert werden sollen. Durch Forschungs- und Entwicklungsprogramme sollen Ökosysteme für Innovationen unterstützt sowie Technologien und Geschäftsmodelle erprobt, pilotiert und skaliert werden. Dabei spielt auch die in der Kreislaufwirtschaft an Bedeutung gewinnende Start-Up-Szene eine große Rolle. Ressourcenschonendes Produktdesign, Einsatz digitaler Technologien sowie Biotechnologie für die Kreislaufwirtschaft, Leichtbau, Ressourceneffizienz in der Produktion sowie die verschiedenen Arten der Wieder- und Weiterverwendung (Reuse, Repair, Recycle) stehen im Fokus, Rebound-Effekte werden mitgedacht. Die Potentiale digitaler Technologien und der Künstlichen Intelligenz (KI) sowie der Biotechnologie sollen dabei konsequent genutzt werden. Dies soll u.a. durch folgende Maßnahmen und Initiativen erreicht werden:

- Anwendungsnahe Förderprogramme für Investitionen sowie Forschung und Entwicklung (F&E), um (Sprung)Innovationen voranzubringen und die Wettbewerbsfähigkeit deutscher Unternehmen im Bereich Circular Economy zu stärken.

- Politische Rahmenbedingungen, die Planungssicherheit und die Voraussetzungen für die erforderlichen Investitionen und langfristige Wettbewerbsfähigkeit schaffen.

- Qualifizierungsoffensive für Fachkräfte im Bereich zirkuläre Technologien, Innovationen und Geschäftsmodelle.

- Zielgerichtete Maßnahmen, um Investitionen in eine zirkuläre Wirtschaft schneller voranzubringen. Dazu gehört auch der Abbau regulatorischer Hemmnisse für diese Investitionen.

- Investitions- und Innovationsoffensive gemeinsam mit der Wirtschaft; so wird die Bundesregierung in Zusammenarbeit mit Wirtschaft und Wissenschaft eine Plattform für zirkuläres Batteriedesign etablieren.

Ein Gesetz zur Verbesserung der Rahmenbedingungen für die Erprobung von Innovationen in Reallaboren und zur Förderung des regulatorischen Lernens (ReallaboreG) soll auch für Investitionen in die zirkuläre Wirtschaft und die dadurch erreichbaren Potenziale für neue Technologien genutzt werden. Kreislaufwirtschaft ist bereits in vielen F&E- und Förderprogrammen verankert. Neben der Weiterentwicklung bestehender Programme soll mit der NKWS der ressortübergreifende Austausch und die missionsorientierte Kooperation zwischen Bund, Ländern, Unternehmen und Zivilgesellschaft gestärkt und vertieft werden, um die Programme zu optimieren und damit die Wirkung der verfügbaren Mittel für eine Circular Economy deutlich zu steigern.

5. Potentiale digitaler Technologien ausschöpfen

Digitale Technologien sind ein zentraler Erfolgsfaktor für den Übergang zu einer Kreislaufwirtschaft. Sie erhöhen die Transparenz, verbessern die Steuerung und erlauben neue Formen der unternehmensübergreifenden Zusammenarbeit. Physische Stoffströme müssen in einer Kreislaufwirtschaft durch digitale Datenströme abgebildet werden. Unternehmen werden Teil von Datenräumen, die eine Kreislaufwirtschaft tragen. Industrielle Wettbewerbsfähigkeit und Technologieführerschaft definieren sich zunehmend über die Kompetenz zur Gestaltung und Koordination von Datenbeziehungen. Digitale Technologien können zum Schließen von Kreisläufen und zur Steigerung der Ressourceneffizienz beitragen. Sie ermöglichen neue Geschäftsmodelle der Kreislaufwirtschaft wie Plattformen und Product-as-a-Service-Ansätze. Das breite Portfolio von Industrie 4.0-Lösungen schafft neue Möglichkeiten zur Optimierung industrieller Prozesse auf allen Produktionsstufen, aber auch für Abfallwirtschaft, Sammellogistik sowie Sortier- und Wiederaufbereitungsanlagen. Um diese Potentiale der digitalen Technologien zu nutzen, sind gezielte Maßnahmen erforderlich:

- Den „Digitalen Produktpass“ (DPP) als zentrales Instrument vorantreiben: Einsatz auf EU-Ebene, damit der DPP zum Jahr 2030 in allen wichtigen EU-Produktregelungen verankert wird und die Rahmenbedingungen für eine praktikable Nutzung geschaffen werden.

- Mit einer Initiative „Digitaler Produktpass“ sollen DPP-Leuchtturmprojekte in Schlüsselsektoren mit besonders hoher Umwelt- und Arbeitsschutzrelevanz gefördert werden. Profitieren sollen insbesondere mittelständisch geprägte Sektoren von hoher Bedeutung für die Kreislaufwirtschaft.

- Einsatz auf EU-Ebene für die Bereitstellung gezielter Informationen für Verbraucherinnen und Verbraucher zu allen Aspekten der Circular Economy – von Produkteigenschaften über Reparaturmöglichkeiten bis zur gemeinsamen Nutzung.

- Neue digitale Angebote fördern, erleichtern und verstärken langlebigen Konsum, Reparatur, (wie beispielsweise die Bereitstellung von Anleitungen) und Second-Hand-Nutzung (z. B. über nutzerfreundliche Plattformen). Damit soll ein breites und kostengünstiges Angebot für Verbraucherinnen und Verbraucher geschaffen werden.

6. Design von Produkten und Anlagen neu ausrichten

Die Weichen für Langlebigkeit und Kreislauffähigkeit werden bereits in der Konzeption und Gestaltung eines Produktes gestellt. Hierbei kann an das Qualitätsversprechen und die Werthaltigkeit von „Made in Germany“ angeknüpft werden. Geringer Rohstoffeinsatz, Modularität, Langlebigkeit und Reparierbarkeit sind die Prinzipien eines Designs für Zirkularität (design for cirularity). Auch hierzu kann der zielgerichtete Einsatz digitaler Technologien beitragen. Ein Beispiel sind Product-as-a-Service-Konzepte, die sich auf den Verleih von Produkten stützen und Wartungs-, Reparatur- und Upgrade-Dienstleistungen als Teil ihres Geschäftsmodells bieten.

Konkrete Maßnahmen und Initiativen – mit Blick auf den Binnenmarkt in weiten Teilen EU-weit – sind u.a.:

- eine anspruchsvolle und zügige Weiterentwicklung der EU-Produktverordnungen im Rahmen der Ökodesignrichtlinie und der neuen Ökodesign-Verordnung. Qualität, Langlebigkeit, Materialeffizienz, soweit möglich Schadstofffreiheit, Haltbarkeit, modulare Bauweise, Reparierbarkeit, Wiederaufbereitung und Recycling stehen dabei im Mittelpunkt.

- eine zügige Verabschiedung geeigneter Regelungen zur Kreislaufwirtschaft für alle unter die Ökodesign-Verordnung fallenden Produktgruppen durch die EU-Kommission sowie Unterstützung des in Bearbeitung befindlichen Arbeitsprogramms der EU-Kommission.

Flankiert werden soll das über eine Stärkung des Standes der Wissenschaft in Bezug auf kreislauffähige und langlebige Produkte durch gezielte Forschung.

7. Einsatz von Rezyklaten für zentrale Stoffströme und Produktgruppen deutlich steigern

Das Ziel der Schließung von Stoffkreisläufen durch den Einsatz möglichst schadstofffreier Rezyklate ist ein wichtiger Baustein der Kreislaufwirtschaft. Die Europäische Union setzt dafür als Maßnahme verstärkt auf Rezyklateinsatzquoten, etwa im Bau-, Automobil- oder Verpackungsbereich. So sind in der Mitte August 2023 in Kraft getretenen neuen europäischen Batterie-Verordnung 2023/1542 (EU-BattVO) Rezyklateinsatzquoten für bestimmte Metalle vorgesehen. Auch die kommende EU-Verpackungsverordnung (Verfahren (2022/0396) sieht Rezyklateinsatzquoten für Kunststoffverpackungen vor[5]. Dadurch sollen gut funktionierende Märkte für Sekundärrohstoffe etabliert und ausgebaut werden. Die Bundesregierung strebt ein Level-Playing-Field (gleiche Wettbewerbsbedingungen) mit Primärrohstoffen, stabile Absatzmärkte für Sekundärmaterialien und kosteneffiziente Lösungen in der EU an. Dafür sind dynamisch und verlässlich ausgestaltete material- oder produktspezifische Rezyklateinsatzquoten ein wichtiger Rahmen für Investitionen und neue Technologien.

Mittel- bis langfristig sind Rezyklateinsatzquoten auf EU-Ebene unter Beteiligung der Wirtschaft weiterzuentwickeln und zu unterstützen. Rezyklateinsatzquoten müssen marktorientiert, verlässlich und bürokratiearm ausgestaltet sein, klare Marktsignale aussenden und Investitionssicherheit gewährleisten. Zentrale Bedingungen sind ausreichende Verfügbarkeit, Qualität und Akzeptanz von Rezyklaten sowie eine flankierende Marktanalyse, die auch mögliche Auswirkungen der Rezyklateinsatzquoten auf die Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen bewertet.

Beispiele dafür sind:

- Weitere EU-Rezyklateinsatzquoten für Kunststoffprodukte neben den bereits bestehenden Regelungen (Verpackungs-VO, Einwegkunststoff-RL) mit dem Ziel einer schrittweisen Erhöhung des Rezyklatanteils aus Endverbraucherabfällen (Post-Consumer-Rezyklate, PCR)[6] in Kombination mit einer Steigerung der Sortier- und Recyclingkapazität;

- EU-Quoten für den Rezyklateinsatz bei der Herstellung von Kunststoffen, differenziert nach Stoffarten (polymerspezifische Quoten) ;

- Materialspezifische EU-Quoten für den Einsatz von Rezyklaten in Komponenten mit Technologiemetallen (analog zur EU-BattVO).

Um Rezyklateinsatzquoten effizient erreichen zu können, ist im Sinne der Kosteneffizienz die Einführung eines Zertifikatehandelssystems auf EU-Ebene zu prüfen. Damit könnten Unternehmen, die ihre Ziele übertreffen, Zertifikate an Unternehmen verkaufen, bei denen die Umstellung auf Sekundärmaterial mit höheren Kosten verbunden ist.

Parallel zu einem derartigen rechtlichen Rahmen sind auch auf der Angebotsseite die Rahmenbedingungen für eine Steigerung der Sortier- und Recyclingkapazitäten zu verbessern, u.a. mit dem Abbau von Hemmnissen für Rezyklateinsatz durch Normung. Dabei sind die bestehenden EU-Ziele für eine Steigerung des Rezyklateinsatzes in Europa die Orientierungsgrößen, v.a. das Ziel einer Verdopplung der Circular Material Use Rate oder das Ziel des EU-Gesetz über kritische Rohstoffe (Critical

Raw Material Act - CRMA), 25 Prozent der strategischen Stoffe durch Recyclingkapazitäten in der EU zu decken.

8. Standards und Normen für die Kreislaufwirtschaft setzen

Standards und Normen schaffen Verlässlichkeit, Vergleichbarkeit und Grundanforderungen an Methoden, Prozesse, Produkte und Dienstleistungen. Sie sind zentral für die Qualität und Akzeptanz zirkulärer Produkte – national wie international. Dies gilt in besonderem Maße für Sekundärrohstoffe. Wer Standards setzt, sichert sich auch bessere Chancen in internationalen Märkten und erhöht die Wettbewerbsfähigkeit. Angesichts der industriepolitischen Relevanz, der globalen Vernetzung der Wertschöpfungsketten und der Exportorientierung der deutschen Industrie kommt daher auch der Normensetzung auf europäischer und internationaler Ebene und der Beteiligung der nationalen Akteure an den entsprechenden Normungsprozessen eine hohe Bedeutung zu. Die Normungsroadmap CIRCULAR ECONOMY, die DIN, DKE und VDI gemeinsam mit Expertinnen und Experten aus Wirtschaft, Wissenschaft, Politik und Zivilgesellschaft entwickelt haben, ist ein wichtiger Grundstein.

Zur Stärkung der Normung für die Kreislaufwirtschaft sind u.a. folgende Maßnahmen zu ergreifen:

- Einsatz dafür, dass die Kreislaufwirtschaft bei der Normung Priorität erhält. Das gilt u.a. im Deutschen Strategieforum und im Europäischen Forum für Standardisierung. Ziel ist, die in der Normungs-roadmap CIRCULAR ECONOMY sowie in nachfolgenden Normungsaktivitäten identifizierten Arbeiten innerhalb der nächsten zwei bis fünf Jahre abzuschließen.

- Vorantreiben wichtiger Handlungsfelder, u. a.: Normung zum DPP und Industrie 4.0 zur Integration der Kreislaufwirtschaft; Instandhaltung von Produkten und dazu erforderlicher Informationen; produktspezifische Unterlegung der horizontalen Normen in Funktionsbeständigkeit, Reparierbarkeit, Wiederverwendbarkeit, Wiederaufbereitung und Recyclingfähigkeit der DIN EN 4555x-Reihe für energiebetriebene Produkte; Stärkung des Einsatzes von Mehrwegsystemen durch Standardisierung; Qualitätsstandards für einen skalierbaren Einsatz hochwertiger Sekundärrohstoffe, insbesondere bei Kunststoffen; Standards zur Bestimmung der Langlebigkeit von Textilien; Anforderungen an die Produkteigenschaften wiederverwendeter Bauteile.

- eine strategische Beteiligung deutscher Expertinnen und Experten in europäischen und internationalen Normungsprozessen unterstützen, wobei die Anbindung an existierende Gremien der Normung sicherzustellen ist. Die Einbeziehung der Perspektive unserer Partner im „globalen Süden“ sowie von KMU und NGOs sollte dabei gefördert werden. Internationale Normen werden in den neu gegründeten branchenunabhängigen Gremien wie CEN/TC 473 Circular Economy oder CEN/CLC/JTC 24 Digitaler Produktpass sowie dem bereits bestehenden ISO/TC 323 Circular Economy erarbeitet.

9. Kreislaufwirtschaftsrecht weiterentwickeln

Ein wichtiger Beitrag ist die Weiterentwicklung der Instrumente des Kreislaufwirtschaftsrechts, um Abfallvermeidung und -verwertung zu stärken. Dazu treibt die Bundesregierung zahlreiche Rechtsetzungsvorhaben auf nationaler und auch auf europäischer Ebene voran. Wichtige Vorhaben sind:

- Mehr Altgeräte hochwertig recyceln und so wertvolle Ressourcen im Kreislauf führen: Durch eine Novelle des ElektroG soll es zukünftig Verbraucherinnen und Verbrauchern noch einfacher gemacht werden, ihre Altgeräte im Handel abzugeben. Hierzu gehört auch eine deutlich verbesserte Verbraucherinformation.

- Recyclingpotentiale gewerblicher Abfälle besser nutzen: Durch eine Novelle der GewAbfV soll die Verordnung noch stringenter und vollzugstauglicher gestaltet, die behördliche Kontrolle der getrennten Sammlung gewerblicher Siedlungsabfälle und Bau- und Abbruchabfälle gestärkt und das Erreichen der Recyclingquote bei der Vorbehandlung abgesichert werden.

- Verpackungen vermeiden, einheitliche Kriterien zur Recyclingfähigkeit von Verpackungen etablieren und Rezyklateinsatzquoten festsetzen: Dies erfolgt im Rahmen der am Ende des Jahres final zu beschließenden europäischen Verordnung über Verpackungen und Verpackungsabfälle.

- Mineralische Ersatzbaustoffe effektiver im Kreislauf führen und ihre Nutzung als hochwertige und qualitätsgesicherte Recycling-Baustoffe fördern: Zu dem Ziel, den Einsatz von Sekundärrohstoffen zu erhöhen, soll eine Abfallende-Verordnung beitragen, die regelt, unter welchen Voraussetzungen möglichst viele mineralische Ersatzbaustoffe die Abfalleigenschaft verlieren. Der damit erreichbare Produktstatus erhöht die Vermarktbarkeit und unterstützt die breitere Verwendung von Ersatzbaustoffen, z.B. auch im Hochbau. Der Schutz von Mensch und Umwelt muss dabei sichergestellt werden.

- Menge und Qualität an getrennt gesammelten Bioabfällen steigern: Die Bioabfallverwertung leistet einen wichtigen Beitrag zum Klima- und Ressourcenschutz. Für eine Neufassung der BioAbfV wird geprüft, ob Vorgaben zur Konkretisierung bzw. Kriterien der getrennten Sammlung von Bioabfällen festgelegt werden können, um die Menge und die Qualität getrennt gesammelter Bioabfälle zu steigern.

- Vorrangige stoffliche Verwertung unbehandelten oder gering behandelten Holzes: Durch die geplante Neufassung der Altholzverordnung (AltholzV) soll unbehandeltes oder gering behandeltes Holz vorrangig stofflich verwertet werden.

- Ziel ist des Weiteren, sich dafür einzusetzen, dass das Europäische Zertifikatehandel-System (ETS) die Kreislaufführung explizit berücksichtigt und so die anreizende Grundlage geschaffen wird, CO_2 ökonomisch sinnvoll zu nutzen.

Perspektivisch soll das aus dem Verursacherprinzip hervorgegangene Instrument der erweiterten Herstellerverantwortung weiterentwickelt werden, das für die Abfallströme Verpackungen, Elektro-/Elektronik-Altgeräte, Altfahrzeuge, Altbatterien und Einwegkunststoffprodukte etabliert ist. Dazu sind bestehende Regelungen für eine erweiterte Herstellerverantwortung (im deutschen Recht Produktverantwortung genannt) auch im Hinblick auf Anreize für ein recyclinggerechtes Design weiterzuentwickeln. Dieser Ansatz ist wegen des EU-Binnenmarktes v.a. auf europäischer Ebene zu verfolgen.

10. Öffentliche Beschaffung als Hebel nutzen

Bund, Länder und Kommunen haben mit der öffentlichen Beschaffung einen zentralen Nachfragehebel in der Hand, um die Kreislaufwirtschaft zu fördern. Das kurzfristig sparsamste ist nicht immer das langfristig wirtschaftlichste Angebot. Die Verankerung des Konzepts einer zirkulären Beschaffung soll unter Berücksichtigung der Ergebnisse des Vergabetransformationspakets konkretisiert werden, um der Vorbildfunktion der öffentlichen Hand gerecht zu werden und das Marktpotential zu heben. Dies soll gemeinsam mit den Ländern für alle staatlichen Beschaffungsvorgänge auf Bundes-, Landes- und kommunaler Ebene angegangen werden. Bis zum Jahr 2030 sind alle rechtlichen Vorgaben konsequent und wirksam auf eine zirkuläre Beschaffung ausgerichtet. Hierzu sollen u.a. folgende Maßnahmen dienen:

- Unter Berücksichtigung der Ergebnisse des Vergabetransformationspakets wird der Erlass einer AVV Klima und Umwelt als neue Verwaltungsvorschrift des Bundes zur Beschaffung klima- und umweltschonender Leistungen vorbereitet: Sie soll die AVV Klima und den Holzerlass ablösen und bisher nicht oder an unterschiedlichen Stellen geregelte Vorgaben bündeln. Dabei wird geprüft, wie die bereits in der AVV Klima vorgesehene Verpflichtung zur Berücksichtigung von Lebenszykluskosten als Zuschlagskriterium zur Ermittlung des wirtschaftlichsten Angebots noch besser in die Vergabepraxis überführt werden kann.

- Erarbeitung verbindlicher Leitlinien zu Ressourcenschonung und Zirkularität für die Beschaffung von Planungs- und Bauleistungen im Rahmen von Bauprojekten durch den Bund: Öffentlich beschaffte Bauleistungen sollen Ressourcenschonung, Langlebigkeit und Weiter- bzw. Umnutzung bereits bei der Bedarfsermittlung berücksichtigen und in der Planung verankern.

11. Gebäude und Baustoffe ressourcenschonend und zirkulär ausrichten

Der Bau- und Gebäudebereich hat quantitativ den mit Abstand höchsten Ressourcenverbrauch in Deutschland. Der Bausektor hat daher eine zentrale Bedeutung für eine Kreislaufwirtschaft. Als Leitlinie gilt, dass der Weiternutzung und dem Um- und Ausbau von Gebäuden und Bauwerken – soweit wirtschaftlich sinnvoll – Priorität eingeräumt wird. Es ist notwendig, die Sanierung und den Umbau von Gebäuden mit dem Ziel der Bestandserhaltung insgesamt zu steigern. Bauabfälle und Bauteile sollen für ein hochwertiges Recycling getrennt erfasst und verwertet werden. Sofern möglich und wirtschaftlich vertretbar, soll stoffliches Recycling Vorrang vor einer Verfüllung haben. Neue Bauwerke sind von Anfang an so zu konzipieren, dass sie langlebig, leicht sanierbar, schadstoffarm und gut rezyklierbar sind. Zudem sollen klimafreundliche ressourcenschonende Baustoffe, darunter nachwachsende Rohstoffe und Recyclingbaustoffe, deutlich stärker genutzt werden. Kostensteigerungen für Bauen und Wohnen sollen vermieden werden. Dazu sollen zum einen ineffiziente Standards abgebaut werden, zum anderen Möglichkeiten zur Kostenreduzierung z. B. durch Nutzung lokaler, ökologischer Baustoffe, innovative Technologien, Digitalisierung und effiziente Planungskonzepte konsequent genutzt werden.

Zur Umsetzung dieser Leitlinien sind u.a. folgende Maßnahmen seitens des Bundes erforderlich:

- Fortsetzung des Austausches mit den Ländern über die Frage, wie u.a. Bestandserweiterung und Sanierung erleichtert werden und die Rückbaufähigkeit bereits bei der Planung berücksichtigt werden können.

- Die Potentiale digitaler Technologien sollen voll genutzt werden. Dazu dient die Einführung eines digitalen Ressourcenpasses für Gebäude. Dieser dokumentiert die verbauten Materialien und Produkte und weist die in Anspruch genommenen primären und sekundären Rohstoffe als Teil der natürlichen Ressourcen aus. Damit dient er zukünftig als Grundlage für die Ressourcenschonung und Kreislaufführung im Bau- und Gebäudebereich. Er bietet Informationen darüber, welches Bauteil wiederverwendet werden und ob und wie der Rückbau schadlos erfolgen kann. Die Datenbasis zum Bauwerksbestand soll auch genutzt werden, um mehr „Urban Mining“ zu ermöglichen.

- Verstärkte Nutzung innovativer und CO_2-armer Baustoffe wie z.B. Recycling-Beton, Zementersatz oder Baustoffe aus Pflanzenmaterial wie Paludi oder Hanf,

- Stärkung des Bauens mit Holz im Rahmen der Holzbauinitiative der Bundesregierung,

- Entwicklung materialeffizienter und kreislauffähiger Baumaterialien durch die Umsetzung der Leichtbaustrategie der Bundesregierung sowie

- verstärkte Forschungsförderung für klima- und umweltgerechtes und modulares Bauen sowie für Sortier- und Recyclingtechnologien.

12. Konsum langlebiger Güter fördern

Viele Güter, z. B. Elektronikkleingeräte, Möbel oder Bekleidung werden derzeit nur kurz genutzt und schnell ersetzt. Das benötigt Ressourcen und verursacht ein hohes Verpackungs- und Transportaufkommen. Deswegen müssen Rahmenbedingungen geschaffen werden, die die lange Nutzung qualitativ hochwertiger Produkte begünstigen. Die NKWS unterstützt das Ziel der Deutschen Nachhaltigkeitsstrategie, den Rohstoffeinsatz für den Konsum privater Haushalte bis zum Jahr 2030 (im Vergleich zum Jahr 2010) kontinuierlich zu mindern. Wichtige Maßnahmen dazu sind:

- Reduktion von Versandverpackungsmaterial im Online-Handel durch Stärkung von ökologisch vorteilhaften Mehrwegversandsystemen;

- Geeignete Anreize zur Verminderung von Retouren im Online-Handel, ohne das Widerrufsrecht einzuschränken;

- Die EU-Richtlinie für ein „Recht auf Reparatur“ bildet einen wichtigen neuen EU-Rahmen, der gemeinsam mit den europäischen Partnern wirksam für Umwelt und Verbraucherinnen und Verbraucher umsetzen werden sollte.

- Förderung von Sharing und Miete: Hierzu zählen Geschäftsmodelle wie Werkzeugverleih, Möbel für temporäre Wohnverhältnisse, Leihläden, Kleidungsmiete etc. Auch die Schaffung finanzieller Anreize zur Umsetzung von kreislauffähigen „Product-as-a-Service-Modellen“, die zu weniger Ressourcen-verbrauch führen, soll unterstützt werden.

13. Ökonomische Anreize setzen, Finanzierung verbessern

Ökonomische und marktbasierte Instrumente sollen Anreize setzen, dass bei Produktion und Konsum geschlossene Kreisläufe bevorzugt werden. Investitionen sollen angeregt und die Kapitalmärkte für die Transformation der Wirtschaft zu einer Kreislaufwirtschaft aktiviert werden. Dazu sollen u. a. die folgenden Maßnahmen beitragen:

- Die Bundesregierung hat die KfW beauftragt einen Rohstofffonds aufzusetzen, um innovative und nachhaltige Rohstoffprojekte im Ausland wie im Inland zu unterstützen. Dabei kann es um die Gewinnung, die Weiterverarbeitung und das Recycling von kritischen Rohstoffen gehen. Die Bundesregierung will die Abhängigkeit von kritischen Rohstoffen verringern. Diese sind von besonderer Bedeutung für die notwendigen Technologien und Anwendungen der grünen und digitalen Transformation sowie für die Luft- und Raumfahrt, Sicherheit und Verteidigung. Der Rohstofffonds soll die diversifizierte Finanzierung von Projekten entlang der gesamten Wertschöpfungskette kritischer mineralischer Rohstoffe sichern.

- Eine staatliche Anschubfinanzierung für F&E sowie für Pilotanlagen und Prozesse zur Rückgewinnung von kritischen Rohstoffen und Technologiemetallen.

- Die Förderbank KfW, die in Zukunft für Unternehmen in allen Bereichen der Kreislaufwirtschaft stärker als Innovations- und Investitionsbank sowie als Co-Wagniskapitalgeberin wirkt.

- Im Fall unzureichender Sicherheiten bei Kreditaufnahmen für zirkuläre Geschäftsmodelle Prüfung des Einsatzes von Transformations-Bürgschaften, um ggf. verbleibende Lücken in der Besicherung schließen zu können.

- Finanzierung von Investitionen und Start-Ups benötigt eine klare Bewertungsgrundlage. Hierzu sollten nachhaltige Bewertungs- und Ratingmethoden für Investments in zirkuläres Wirtschaften entwickelt bzw. verbessert werden.

14. Circular Economy in Europa stärken

Mit einem umfangreichen Regelwerk und übergreifenden Strategien zur Gewinnung und Verwendung von Rohstoffen, zur Herstellung von Produkten und zu Abfallströmen setzt die EU einen Rahmen für das Handeln der Mitgliedstaaten. Neben dem EU-Kreislaufwirtschaftspaket ist hier vor allem der EU-Aktionsplan für Kreislaufwirtschaft (CEAP) zu nennen, darüber hinaus auch der CRMA, der die Sicherung kritischer Rohstoffe in Europa u.a. durch neue Vorgaben für das Recycling verfolgt. Alle Initiativen tragen zur Umsetzung der Ziele des European Green Deal bei.

Mit der NKWS unterstützt die Bundesregierung die Ziele des CEAP, etwa die rechtsverbindlichen Ziele für das Abfallrecycling mit spezifischen Zielvorgaben für bestimmte Materialien. Das Ziel, den Anteil der Materialien, die in der EU recycelt und der Wirtschaft wieder zugeführt werden, bis 2030 zu verdoppeln, wird mit der NKWS als nationales Leitziel übernommen und verankert. Dabei werden europäische Prozesse nicht gedoppelt, sondern nationale Gestaltungsspielräume genutzt. Gleichzeitig beschreibt die NKWS zentrale Positionen Deutschlands für strategische Maßnahmen zur Weiterentwicklung der Kreislaufwirtschaft auf europäischer Ebene.

Mit der NKWS soll Deutschland Vorreiter in der Kreislaufwirtschaft werden und Impulse für die Weiterentwicklung des EU-weiten Rahmens setzen. Auf EU-Ebene sind u.a. die Einführung und Fortentwicklung folgender Maßnahmen maßgeblich:

- Ökodesign-Produktstandards zu Kreislaufführung und ein darauf gerichtetes Arbeitsprogramm der EU-Kommission;
- Verbesserter Zugang zur Finanzierung der Transformation zur Kreislaufwirtschaft auf EU-Ebene. Dies gilt insbesondere für Technologien, die den Anfang der Wertschöpfungskette adressieren (Ressourceneffizienz, Produkt-Design);
- Festlegung von Normen für Zirkularität in den entsprechenden Normungsgremien auf EU-Ebene;
- Prüfung einer Einführung von Separationspflichten für strategische Metalle (z.B. Seltenerdmetalle) aus Abfällen;
- Gezielte Weiterentwicklung der Systeme der Produkt-Verantwortung;
- Europaweites Ende der Deponierung von unvorbehandelten Siedlungsabfällen;
- Gewährleistung praxisgerechter Informationen zum Arbeitsschutz bei Tätigkeiten mit kritischen Rohstoffen, die aufgrund ihrer krebserzeugenden Wirkung sicher gestaltet werden müssen, u. a. über Technische Regeln für Gefahrstoffe, Informationen der DGUV und auf europäischer Ebene über Initiativen wie die "Roadmap on Carcinogens".

15. Weltweite Zusammenarbeit vorantreiben

Die Bundesregierung setzt sich seit vielen Jahren erfolgreich dafür ein, dass Ressourceneffizienz und Kreislaufwirtschaft international zur Lösung der weltweiten Umweltkrisen genutzt werden, sowohl auf Ebene der G7 mit der G7-Allianz für Ressourceneffizienz (ARE) als auch auf Ebene der G20 mit dem G20-Ressourceneffizienzdialog. In den internationalen Klimaverhandlungen setzt sich Deutschland dafür ein, dass das große, aber bisher noch zu wenig genutzte Klimaschutzpotential von Ressourceneffizienz und Kreislaufwirtschaft mehr Berücksichtigung findet. Diese Prozesse werden weiter vorangetrieben. Darüber hinaus sind folgende Maßnahmen auf internationaler Ebene bedeutsam:

- Kreislaufwirtschaft fest als Hebel für den internationalen Klima- und Biodiversitätsschutz verankern, in den Klima- und Umweltverhandlungen angemessen etablieren und gleichzeitig die für die konkrete Umsetzung notwendigen Maßnahmen global vorantreiben;
- Rohstoff- und Recyclingpartnerschaften in allen Teilen der Welt voranbringen;
- die Ziele der G7-Berlin Roadmap mit konkreten Schritten und Formaten umsetzen;
- den unter indischer Präsidentschaft 2022 angestoßenen Prozess zum Arbeitsplan des G20 Ressourceneffizienzdialogs (RED) vorantreiben;
- die bilaterale Zusammenarbeit mit Schlüsselakteuren stärken, etwa in Kreislaufwirtschaftsdialogen mit der Volksrepublik China, mit Brasilien, Japan, Indonesien oder Indien;
- Partnerländer der Bundesregierung im „globalen Süden“ soweit wie erforderlich und angemessen unterstützen, um eine globale Kreislaufwirtschaft mitzugestalten und in diesem Rahmen deren eigene Volkswirtschaften im Sinne einer sozial-ökologischen Transformation zu entwickeln, um zukunftsfähige Arbeitsplätze und wirtschaftliche Entwicklung zu ermöglichen;
- Unterstützung, damit die Verhandlungen zum UN-Plastikabkommen zu einem ambitionierten Abschluss kommen;
- die Finanzierung von Kreislaufwirtschaft u. a. durch multilaterale Entwicklungsbanken (MDB) und den Privatsektor, soweit wie erforderlich und angemessen, stärken.

16. Umsetzung der NKWS: Plattform für Kreislaufwirtschaft, Roadmap 2030, Monitoring, Finanzierung

Die NKWS formuliert Ziele und Maßnahmen für eine ressourcenschonende zirkuläre Wirtschaft und beschreibt einen Pfad für die Transformation. Folgende Schritte sind zur Umsetzung der NKWS vorgesehen:

- Einrichtung einer Plattform für Kreislaufwirtschaft, in der die konkrete Umsetzung der NKWS gemeinsam mit Stakeholdern und Expertinnen und Experten vorbereitet und begleitet werden soll;
- Entwicklung einer Roadmap 2030, um die in der NKWS ausgeführten Vorhaben und Zeitpläne zu konkretisieren;
- Aufbau eines Monitoring- und Evaluationssystems, das über den Umsetzungsstand der Ziele und Maßnahmen berichtet;
- Beschlüsse zur Finanzierung als Grundlage für die Umsetzung der Maßnahmen.

Die Umsetzung der NKWS bedarf eines gemeinsamen regelmäßigen Austausches von Bund, Ländern und Kommunen, Wirtschaft, Zivilgesellschaft, Kultur und Wissenschaft über den Fortschritt bei Zielen

und Maßnahmen, aber auch über weitere notwendige Schritte oder die Anpassung konkreter Instrumente. Hierfür soll die Plattform für Kreislaufwirtschaft ein Forum bieten.

Bei der Umsetzung der NKWS sind die haushalts- und finanzpolitischen Vorgaben der Bundesregierung sowie die danach zur Verfügung stehenden Mittel zu beachten.

1. Transformation in eine ressourcenschonende zirkuläre Wirtschaft

1.1 Kreislaufwirtschaft ist zentral für die Transformation der Wirtschaft

Die deutsche Wirtschaft soll bis 2045 klimaneutral werden. Dies ist eine notwendige Voraussetzung für die Sicherung der Lebensgrundlagen und für die langfristige Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Wirtschaft sowie den Erhalt des Wohlstands. Bundeskanzler Olaf Scholz hat 2022 eine „Allianz für Transformation“ ins Leben gerufen. Ziel war es, im Dialog der Bundesregierung mit Wirtschaft, Sozialpartnern, Zivilgesellschaft und Wissenschaft zu beraten, wie der sozial-ökologische Wandel – die Transformation – in Deutschland gelingen kann. Die Kreislaufwirtschaft wurde dabei als ein zentrales Element identifiziert und beim vierten Spitzentreffen am 23. Januar 2024 diskutiert. Die Nationale Kreislaufwirtschaftsstrategie stellt dar, wie die Bundesregierung die Rahmenbedingungen für eine ressourcenschonende zirkuläre Wirtschaft setzen und so deren Potentiale für Nachhaltigkeit und neue Wertschöpfung heben will.

1.2 Aktuelle Rohstoffnutzung und dreifache Umwelt-Krise

Aktuelle Rohstoffnutzung

Klimawandel, Biodiversitätsverlust und Umweltverschmutzung gefährden vielerorts die Lebensgrundlagen der Menschheit. Die aktuelle Rohstoffnutzung ist dafür eine der Hauptursachen. So schätzt der Ressourcenrat der Vereinten Nationen, dass die Gewinnung und Weiterverarbeitung von Rohstoffen mehr als 55 Prozent der globalen Treibhausgasemissionen, rund 40 Prozent zur Luftverschmutzung[7] und mehr als 90 Prozent des Biodiversitätsverlustes[8] verursacht. Durch eine Reduktion des Rohstoffbedarfs kann deshalb der „dreifachen Umweltkrise“ entgegengewirkt werden. Eine ressourcenschonende zirkuläre Wirtschaft ist dafür unerlässlich. Doch nur wenn die Lösungsansätze aus allen relevanten Politikfeldern wie z.B. Energie oder Verkehr durch eine umfassende und konsequente Kreislaufwirtschaft ergänzt werden, ist es möglich, den drei Krisen erfolgreich zu begegnen.

Für Deutschland hat das Statistische Bundesamt bezogen auf 2020 die Entnahme von Rohstoffen aus der Umwelt und den Import von Rohstoffen auf 1.287 Millionen Tonnen beziffert. Hinzu kamen 613 Millionen Tonnen an importierten Halb- und Fertigwaren. Im Saldo aller Rohstoff- und Warenströme, deren Umwandlung in der Wirtschaft sowie der resultierenden Emissionsströme sind in Deutschland 611 Millionen Tonnen Material in der inländischen Wirtschaft verblieben.[9]

Die aktuelle Rohstoffnutzung ist mit großen Herausforderungen verbunden. Angetrieben durch die wachsende Weltbevölkerung und steigende Wohlstandsniveaus ist die globale Rohstoffinanspruchnahme[10] im Zeitraum 1970 bis 2024 von rund 30 auf ca. 107 Milliarden Tonnen angestiegen[11]. Der globale durchschnittliche Pro-Kopf-Bedarf an Rohstoffen ist von ca. 8,4 Tonnen im Jahr 1970 auf voraussichtlich 13,2 Tonnen im Jahr 2024 angestiegen. Die starke Zunahme der Rohstoffnutzung führt zu einem deutlichen Anstieg der damit verbundenen Umweltwirkungen. Es bedarf dringend einer Umkehr in Richtung Reduktion des Rohstoffbedarfs. Wesentliche Unterschiede

bestehen zwischen Hocheinkommensländern und ärmeren Ländern. Der Rohstoffbedarf für Länder mit hohem Einkommen ist im internationalen Vergleich ca. 13 Mal höher als für Niedrigeinkommensländer[12]. Damit allen Menschen ein gutes Leben innerhalb planetarer Grenzen ermöglicht wird, ist eine Reduktion der Rohstoffbedarfe in den Hocheinkommensländern unerlässlich.

Um geeignete Optionen für eine Reduktion des Rohstoffeinsatzes in der deutschen Wirtschaft zu entwickeln, sind die Materialflüsse in den Blick zu nehmen. Betrachtet man die Quellen und Wege der Rohstoffe, die in Deutschland verwendet werden, dann fällt Dreierlei auf (Abb. 1):

- Deutschland importiert viele Rohstoffe und exportiert viele Güter. Die Importe werden bei einer Betrachtung der reinen Massenflüsse von den fossilen Rohstoffen dominiert. Importe von strategischen und kritischen Metallen fallen zwar quantitativ gegenüber den Basismetallen wie Eisen und Stahl, Kupfer und Aluminium nicht ins Gewicht, sind jedoch vor dem Hintergrund z.B. der Energie- und Mobilitätswende von zentraler Bedeutung. Ein Großteil der fossilen Rohstoffe und Biomasse werden energetisch genutzt und stehen damit einer Kreislaufführung nicht mehr zur Verfügung.

- Ein erheblicher Teil der Rohstoffe fließt in Deutschland in Gebäude, Infrastrukturen oder langlebige Konsum- und Anlagegüter und wird dort langfristig gebunden. Dieses menschengemachte Rohstofflager, das als anthropogenes Lager bezeichnet wird, wächst kontinuierlich um rund 600 Millionen Tonnen jährlich (s.o.) und ist ein Sekundärrohstoffreservoir, das sich durch Urban Mining systematisch bewirtschaften lässt und dessen Potential es zu heben gilt. Große Mengen an Rohstoffen werden jedoch auch für die Herstellung kurzlebiger Produkte genutzt, z. B. Verpackungen.

- Der Anteil von Sekundärrohstoffen am gesamten direkten Materialeinsatz (Circular Material Use Rate, CMUR) in Deutschland ist im Vergleich zu anderen wirtschaftsstarken Staaten relativ niedrig und beträgt aktuell rund 13 Prozent[13].

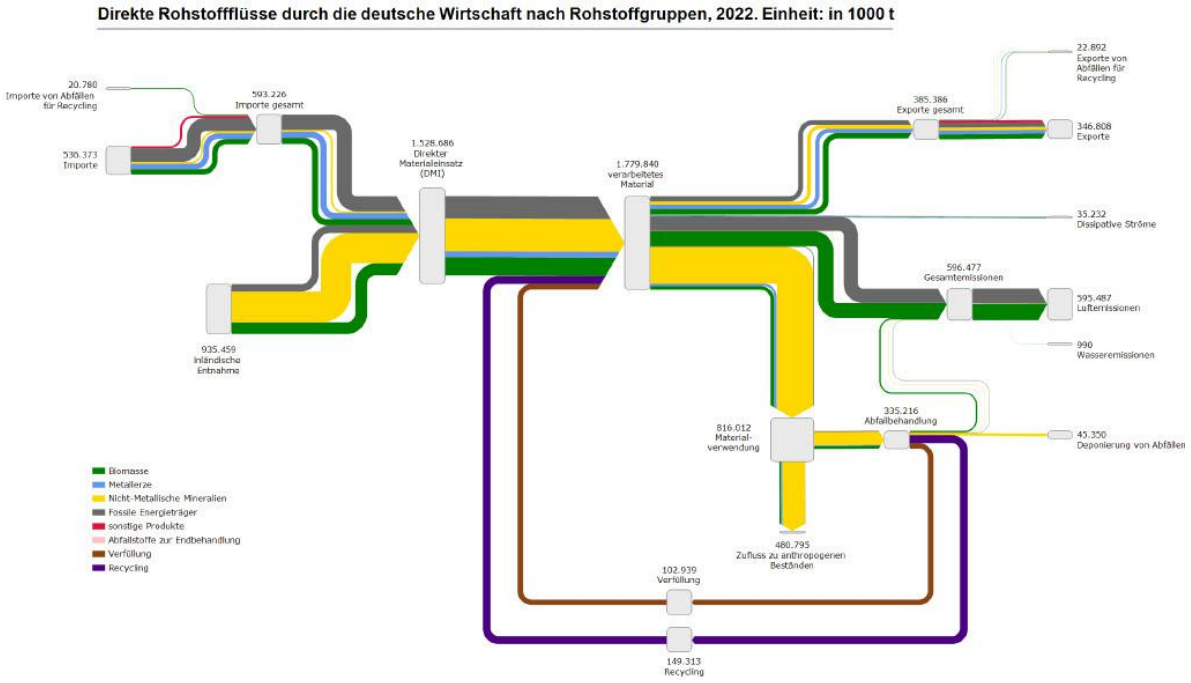


Abbildung 1[14] Direkte Rohstoffflüsse durch die deutsche Wirtschaft nach Rohstoffgruppen, 2022, Quelle: UBA-Ressourcenbericht 2026 in Vorbereitung[15]

Betrachtet man die Gesamtmasse des Primärrohstoffbedarfs, die für privaten und öffentlichen Konsum sowie für Investitionen in Ausrüstungen und Bauten in Deutschland anfällt, so lag diese gemessen als „Raw Material Consumption“ (RMC, Primärrohstoffeinsatz für Konsum und Investitionen, auch „Rohstofffußabdruck“[16]) unter Berücksichtigung der Rohstoffäquivalente des Außenhandels[17] im Jahr 2021 bei ca. 15,3 Tonnen pro Kopf [18]. Dieser Rohstofffußabdruck ist im internationalen Vergleich[19] relativ hoch und lässt seit 2010 keinen deutlichen Abwärtstrend erkennen (Abb. 2).

Eine wichtige Größe, um die Nachhaltigkeit des Rohstoffeinsatzes zu bewerten ist die Entkopplung von Umweltwirkungen und Wirtschaftswachstum, d. h. die Frage, ob der Rohstoffbedarf und die Umweltwirkungen im Vergleich mit dem Wirtschaftswachstum genauso stark (keine Entkopplung), weniger stark (relative Entkopplung) oder gar nicht zunehmen oder sogar abnehmen (absolute Entkopplung). In Deutschland ist die absolute Entkopplung von Wirtschaftswachstum und Rohstoffinanspruchnahme und der damit verbundenen Umweltauswirkungen in der Deutschen Nachhaltigkeitsstrategie als politisches Ziel festgelegt und auch im deutschen Ressourceneffizienzprogramm (ProgRess) zentral verankert.

Bisher ist noch keine eindeutige absolute Entkopplung des Primärrohstoffeinsatzes für Konsum und Investitionen (RMC) vom Wirtschaftswachstum, gemessen am Bruttoinlandsprodukt, erkennbar (siehe Abb. 2).[20]

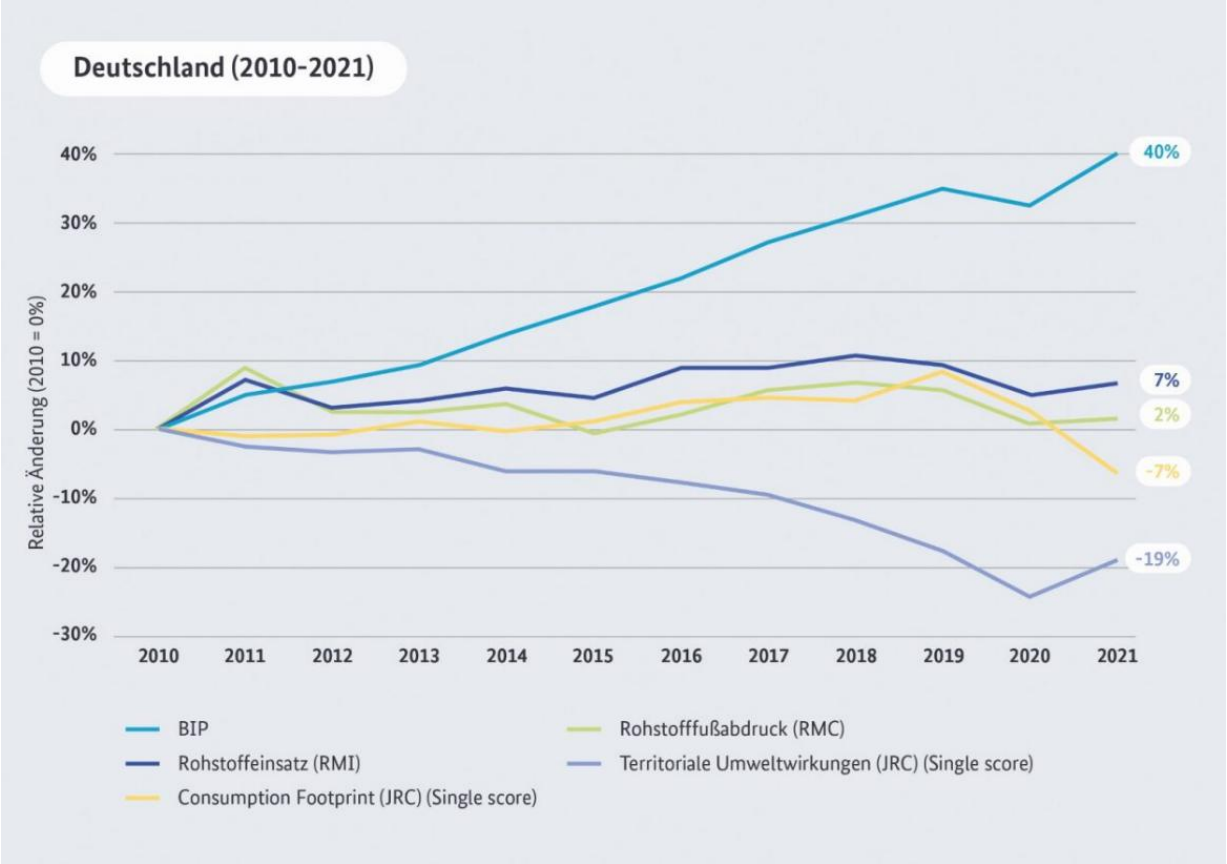


Abbildung 2 Wirtschaftswachstum, Rohstoffeinsatz sowie Rohstofffußabdruck und Umweltwirkungen[21] (inländisch und Fußabdruck) im Zeitverlauf, (Quelle: Destatis 2024[22] und JRC 2024[23])

1.3 Vision einer Kreislaufwirtschaft

Angesichts der in Kapitel 1.1 geschilderten Herausforderungen verfolgt die Bundesregierung das Ziel, einer zirkulären Wirtschaftsweise bis Jahr 2045. Die NKWS beschreibt den Transformationspfad und wird durch die folgende Vision geleitet:

Im Jahr 2045 prägt die Idee zirkulären Wirtschaftens das **ökonomische Denken und Handeln**. Die deutsche Wirtschaft hat mit Circularity ihre Technologieführerschaft und Weltmarktposition ausgebaut und gesichert. Unternehmen konzipieren zirkuläre, langlebige und gut reparierbare Produkte, diese werden mit neuen Geschäftsmodellen vertrieben und die verwendeten Rohstoffe werden am Lebensende in den jeweils maßgeschneiderten Kreislauf zurückgegeben. Abfälle gibt es nur noch in sehr geringen Mengen. Fossile Rohstoffe wurden überwiegend durch nachhaltige Rohstoffe ersetzt. Alle wichtigen Absatzmärkte sind von der Nachfrage nach langlebigen und gleichzeitig sich flexibel an neue Bedarfe anpassenden Produkten dominiert. Unternehmen realisieren Innovationen z. B. über modulare Produktkonzepte und Softwareupdates, so dass sich Langlebigkeit der Produkte und kurze Innovationszyklen ergänzen. Der Verkauf von Produkten ist ergänzt mit Mietmodellen, bei denen Kundinnen und Kunden moderne Produkte nutzen und die Wartung und Reparatur sowie die Rücknahme am Ende der Nutzung Teil des Service sind. Es rechnet sich für Unternehmen, Produkte mit

möglichst wenig Materialeinsatz und langer Lebensdauer herzustellen, und für Verbraucherinnen und Verbraucher, diese Produkte lange zu nutzen und bei Bedarf reparieren zu lassen.

Für das **Produktdesign** ist Zirkularität ein Leitmotiv. Produkte sind unter Einsatz rezyklierbarer Materialien und Werkstoffe ressourceneffizient und möglichst schadstofffrei sowie für eine lange Lebensdauer konzipiert. Komponenten können ausgetauscht und Softwareupdates eingespielt werden. Nach Ende der ersten Nutzungsphase werden Produkte und Komponenten (z. B. durch Reparatur) wiederverwendet oder für eine Wiederverwendung vorbereitet und stehen für eine weitere Nutzungsphase zur Verfügung. Nicht mehr nutzbare Komponenten und Materialien werden hochwertig recycelt. Die sonstige Verwertung, insbesondere die energetische Verwertung sowie die Beseitigung von Abfällen beschränken sich auf die Abfälle, bei denen eine sichere Schadstoff- und Störstoffausschleusung bzw. -zerstörung erforderlich ist und eine Wiederverwendung oder stoffliche Verwertung nicht in Betracht kommt, und stellen somit mengenmäßig eine Ausnahme dar.

Stoffkreisläufe sind weitgehend geschlossen und es existiert ein stabiler Markt für Rezyklate. Der Einsatz von möglichst schadstofffreien Rezyklaten, d.h. aus Abfällen zurückgewonnenen Sekundärmaterialien, bei der Herstellung neuer Produkte ist der Standard. Möglichst schadstofffreie Sekundärmaterialien werden in großem Umfang und zu stabilen Preisen auch mittels gezielten Managements des anthropogenen Lagers zurückgewonnen (Urban Mining). Die internationalen Absatzmärkte für Sekundärmaterialien haben zu Investitionen in ausgefeilte Sammel- und Rücknahmestrukturen und zu Weiterentwicklungen der Recyclingtechnologien geführt. Recyclingtechnologie „Made in Germany“ trägt zur Sicherheit der Rohstoffversorgung des europäischen Binnenmarktes bei. Wo neuer Rohstoffinput in die Produktion erforderlich ist, werden möglichst nachhaltig gewonnene Primärrohstoffe verwendet. Der Primärrohstoffbedarf in Deutschland ist auf diese Weise und im Zusammenspiel mit der Energie-, Mobilitäts- und der Ernährungswende deutlich gesunken. Die mit der Rohstoffgewinnung einhergehenden negativen sozialen Wirkungen und Umweltwirkungen sind spürbar zurückgegangen und es ist sichergestellt, dass die Sekundärverwertung mit minimierten Risiken für die Arbeitsplätze assoziiert ist.

Digitalisierung als Enabler für zirkuläres Wirtschaften ist gut etabliert. Produktionsprozesse sind digitalisiert und liefern produktspezifische Daten, die entlang einer transparenten Wertschöpfungskette geteilt, verarbeitet und verändert werden können. Eine Rückverfolgbarkeit der Materialien ist gewährleistet. Die Transparenz, z. B. durch verbindlichen Informationsaustausch zu Inhaltsstoffen, Reparatur- und Wartungsinformationen, Umweltwirkungen usw. in der Wertschöpfungskette unter Wahrung kartellrechtlicher Grenzen und Implementierung von Open Source-Lösungen, ist hoch und führt zu kreislaufwirtschaftstauglichen Entscheidungen zu Gestaltung, Nutzung, Reparatur und Recycling von Elektro(nik)geräten und IKT.

Die Unternehmen (auch KMU) sind über alle technologischen Optionen zu **Ressourceneffizienz** und Zirkularität gut informiert und verfügen über die notwendigen Qualifikationen; auf dieser Basis planen sie Investitionen und verbessern ihre Produktionsprozesse kontinuierlich.

Die wichtigsten Massenströme sind zirkulär, so z. B. im Bau. Dem Um- und Ausbau von Gebäuden und Bauwerken und deren Weiternutzung wird Priorität eingeräumt. Wo nötig, wird dies durch

kreislaufgerecht und klimafreundlich geplante und gebaute Neubauten ergänzt. Der ab 2030 errichtete Gebäudebestand ist nachhaltig und kreislaufgerecht geplant und digital dokumentiert. Graue Emissionen der Herstellungs- und Instandhaltungsphase werden so soweit wie möglich reduziert. Die flexible Um- und Weiternutzung von Gebäuden ermöglicht lebensphasengerechte Wohnformen sowie eine optimale Anpassung auf sich ändernde Bedarfe für Büro- und Gewerbeflächen. Der Trend der stetigen Zunahme der Bodenversiegelung wurde umgekehrt. Ressourceneffiziente Bauweisen sind im Hoch- und Tiefbau Standard, dazu zählen auch nachwachsende Rohstoffe. Kommt es zum Rückbau von Gebäuden, werden die gewonnenen Bauteile so lange wie möglich weiterverwendet. Das anthropogene Lager ist ein wichtiges Rohstofflager der Bauindustrie. Die **Partnerländer** der deutschen Entwicklungszusammenarbeit tragen zur Kreislaufwirtschaft bei. Sie wurden von Deutschland, der EU und anderen Partnern in ihren Transformationsbestrebungen unterstützt. Partnerländer, die von Rohstoffexporten abhängig waren, haben ihre Volkswirtschaften diversifiziert und Investitionen in nachhaltige Wirtschaftssektoren realisiert. Deutschland hat seine Partner bspw. durch wirtschafts- und industriepolitische Beratung, Kooperationen und Kapazitätsaufbau unterstützt, die Potenziale der Kreislaufwirtschaft zu heben. Die notwendigen Finanzierungsangebote sind auf die Bedürfnisse öffentlicher und privater Akteure in den Partnerländern angepasst. Der Aufbau der benötigten ressourceneffizienten Infrastruktur wurde unterstützt.

1.4 Beitrag zum Klimaschutz und zur Dekarbonisierung der Wirtschaft

Um seinen Beitrag zum Pariser Klimaschutzübereinkommen zu leisten, hat Deutschland 2019 seine Klimaziele im Bundes-Klimaschutzgesetz (KSG) verbindlich verankert, darunter – nach Novellierung des KSG – das Erreichen der Treibhausgasneutralität bis 2045.

Dieses Ziel wird nicht allein durch Energieeinsparungen und die Umstellung fossiler Energieträger auf Erneuerbare Energien im Energie-, Verkehrs-, Industrie- und Gebäudesektor erreicht werden können, vielmehr bedarf es auch einer beschleunigten Transformation hin zu einer zirkulären und klimafreundlichen Wirtschaft in Deutschland.

Energie- und Ressourcenwende müssen verzahnt werden: Global sind über die Hälfte aller Treibhausgasemissionen auf die Gewinnung und Weiterverarbeitung von Rohstoffen zurückzuführen[24]. In Deutschland entfallen fast ein Viertel der Treibhausgasemissionen auf den Industriesektor, davon wiederum rund 50 Prozent allein auf die Produktion von Stahl, Beton und Zement sowie Kunststoffen[25]. In der gesamten Wirtschaft lassen sich durch das Zusammenspiel von Energie- und Ressourcenwende hin zu einer „echten“ Kreislaufwirtschaft international Synergien heben. Durch Kreislaufwirtschaft kann sich die Dekarbonisierung der Wirtschaft schneller, sicherer und kostengünstiger erreichen lassen[26]. Die konkreten Potenziale zur Dekarbonisierung allein des Industriesektors in Deutschland, Europa und international durch Kreislaufwirtschaft belaufen sich bei systematischer Anwendung aller zehn R-Strategien bis zum Jahr 2050 auf ca. 30 bis 50 Prozent[27]. Die R-Strategien umfassen das gesamte Leben eines Rohstoffs oder Produkts – beginnend mit der Ressourcenentnahme, über das Produktleben bis hin zum Lebensende. Alle R-Strategien haben das Ziel, den Verbrauch an Primärressourcen zu reduzieren und den Einsatz von Sekundärrohstoffen zu fördern (vgl. Kap 3.1).

Die Kreislaufwirtschaft hat also enormes Potenzial für den Klimaschutz. Diese Klimaschutzpotenziale sind jedoch in den Inventarberichten im Rahmen der UNFCCC Treibhausgasemissionen nicht ersichtlich. In der Quellkategorie (Common Reporting Format - CRF) 5 „Abfall und Sonstiges“ werden nur direkte Emissionen berichtet, die unmittelbar aus der Behandlung von Abfällen in Abfalldeponien oder durch biologische Behandlungsverfahren von Abfällen oder Abwasser entstehen. Die sehr relevanten Treibhausminderungen, die z.B. im Energiesektor oder in der Industrie durch die Kreislaufwirtschaft entstehen, werden in dieser Kategorie nicht erfasst, um Doppelzählungen zu verhindern. In der Folge werden die tatsächlichen CO_2-Minderungspotenziale der Kreislaufwirtschaft in der Klimaschutzberichtserstattung nur unzureichend wiedergegeben und abgebildet. Eine vom BMWK in Auftrag gegebene Studie „Klimaschutzpotenziale der Kreislaufwirtschaft“ [28] zeigt in einer differenzierten Analyse, dass bereits heute durch das Recycling eine jährliche Einsparung von Treibhausgasen von rund 60 Millionen Tonnen erzielt wird. Schon heute leisten Kreislauf- und Abfallwirtschaft in Deutschland so eine Minderung der Treibhausgasemissionen von mindestens 100 Millionen Tonnen im Vergleich zum Basisjahr 1990. Werden die weiteren möglichen Potenziale der Kreislaufwirtschaft auf allen Ebenen voll ausgeschöpft, lassen bis zum Jahr 2030 zusätzlich Klimaschutzpotenziale von rund 80 Millionen Tonnen CO_{2eq} erzielen, davon ca. 35 Millionen Tonnen in den Bereichen Metallproduktion, Chemie und Zement.

Die Dekarbonisierung der Wirtschaft, also das Erreichen der Treibhausgasneutralität, erfordert eine strategische und langfristig ausgerichtete Umstellung von Verfahrens- und Produktionsprozessen. Um dementsprechende Investitionen auszulösen und die Transformation anzuschieben, sind verlässliche und stabile Rahmenbedingungen, effiziente fiskalpolitische Ansätze wie z.B. CO_2-Bespreisung, Quotenregelungen, Herkunftsnachweise und Zertifikate sowie eine zielgerichtete Innovationsförderung erforderlich. So werden Umstellungen bei Schlüsseltechnologien und neue, innovative Verfahrensansätze und Kooperationen angereizt. Stabile Rahmenbedingungen beinhalten nicht nur Fragen der Besteuerung, sondern müssen auch genügend Spielräume für Re-Investitionen und unternehmerische Risikoabsicherung sowie einen fairen Marktzugang adressieren.

Bei Produktionsprozessen wird es für das Ziel einer treibhausgasneutralen Wirtschaft neben einer Umstellung auf Verfahren auf Basis Erneuerbarer Energien und Rohstoffe und einer Umstellung von Produktionsprozessen auch auf eine am Kreislaufgedanken orientierte Transformation gesamter Wertschöpfungsketten ankommen. Diese Wertschöpfungsketten müssen die physischen Qualitäten der Produkte und Rohstoffe bis zum Ende der Nutzungsphase erhalten und gleichzeitig wettbewerbsfähig sein. Dies erfordert ein nachhaltiges, auf Kreislaufwirtschaft ausgerichtetes, innovatives Produktdesign. In Kombination mit Konzepten der Kreislaufwirtschaft kann eine dekarbonisierte Wirtschaft internationale Wettbewerbsfähigkeit erlangen, wenn die hierfür erforderlichen Technologien skaliert und die spezifischen Treibhausgas-Minderungskosten deutlich reduziert werden können. Hinzu kommt ein für viele Bereiche, beispielsweise für das Recycling einzelner Rohstoffe, bereits weit fortgeschrittenes Entwicklungsniveau dieser Technologien. Die Kreislaufwirtschaft kann dazu beitragen, die Transformationsgeschwindigkeit zu erhöhen und mittel- und langfristige Minderungsziele zu erreichen. Gleichzeitig bieten diese Technologien durch künftige Vermarktung auf den Weltmärkten das Potenzial, mittel- und langfristig zusätzliche Wertschöpfung zu schaffen. Deren Skalierung führt gleichzeitig zu Kostensenkungseffekten.

Gegenüber einer rein auf Dekarbonisierung der Primärproduktion setzenden Strategie könnten nach Auffassung vorliegender Studien bei einer Kombination von Kreislaufwirtschaft und Dekarbonisierung die Vermeidungskosten pro Tonne CO_2 bis 2045 für Stahl, Beton und Zement und Kunststoffe in den Nachfragesektoren Gebäude, Fahrzeuge und Verpackungen erheblich reduziert werden (vgl. Abb.3).

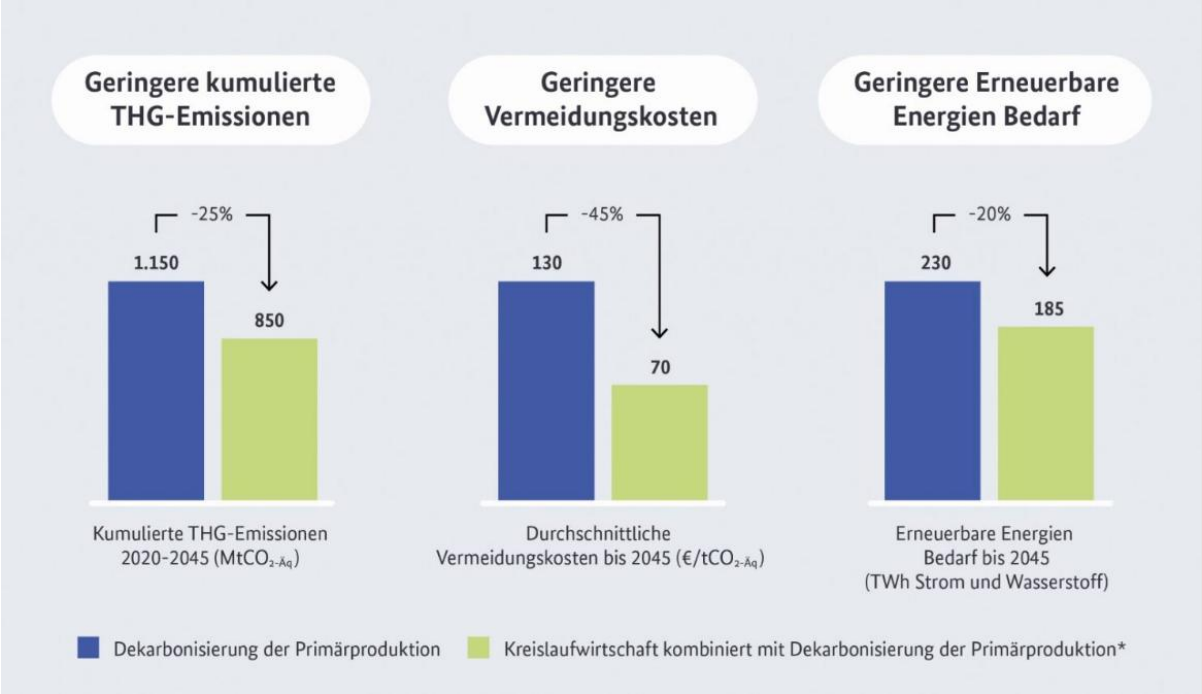


Abbildung 3 Minderungspotentiale durch die Kombination von Kreislaufwirtschaft und Dekarbonisierung der Primärproduktion in Deutschland, (Quelle: Agora Industrie und Systemiq, 2023)[29]

Zentral für die beschleunigte Reduktion von Treibhausgasemissionen auf Basis einer Kreislaufwirtschaft ist es, simultan alle R-Strategien zu aktivieren (vgl. Kap. 3.1), also bereits die Nachfrage nach (neuen) Produkten durch anderweitige Bereitstellung der mit den Produkten verbundenen Funktionen zu vermeiden, den Rohstoffeinsatz der Produktion zu senken (R0-R2), die Lebensdauer von Produkten oder Komponenten (R3-R7) sowie die Recyclingfähigkeit zu erhöhen (R8-R9). Die Transformation zur treibhausgasneutralen Wirtschaft durch Zirkularität kann durch unterschiedliche Strategien vorangetrieben werden, z.B.:

- Ein wichtiger Hebel ist die Erhöhung der Ressourceneffizienz in der Produktion, (R2) beispielsweise durch die Minimierung von Materialverlusten, Leichtbaukonzepte im Produktdesign oder Optimierung von Materialqualitäten. Im Vergleich zur Steigerung der Energieeffizienz der Industrie konnte die Materialeffizienz in der Vergangenheit nur deutlich langsamer gesteigert werden, obwohl Rohstoffe im verarbeitenden Gewerbe für einen deutlich größeren Kostenblock verantwortlich sind[30]; u.a. bedingt durch die Diversität von eingesetzten Rohstoffen und der damit höheren Anzahl an notwendigen Einzelmaßnahmen. Gleichzeitig fehlt speziell in KMU noch ein transparenter Überblick über die Gesamtkosten, die für Rohstoffe anfallen. Ein optimiertes auf Materialeffizienz und Kreislauffähigkeit ausgerichtetes Produktdesign kann erheblich zur Einsparung von Rohstoff- und Energieeinsatz beitragen und Treibhausgasemissionen einsparen.

Angesichts von kritischen Rohstoffabhängigkeiten und Nutzungskonkurrenzen besteht hier zudem ein erhöhter Handlungsdruck (vgl. Kap. 3.8).

- Eine hochwertige Kreislaufführung (R8) ermöglicht die Substitution energieintensiver Primärrohstoffe durch recycelte Materialien, die in der Herstellung i.d.R. deutlich weniger Treibhausgasemissionen verursachen. Der Anteil an Sekundärrohstoffen in der deutschen Industrie liegt insgesamt bei nur etwa 15 Prozent, u.a. bedingt durch häufig noch fehlende Standards und Vorgaben für die Qualität recycelter Materialien. Diese Substitution ist in einigen Branchen jedoch seit vielen Jahren geübte Praxis, beispielsweise in der Papier- und Glasherstellung oder der Stahl- und Metallproduktion. Die möglichen CO_2-Einsparungen pro Tonne Material reichen dabei beispielsweise von bis zu 80 Prozent bei Kunststoffen bis hin zu 95 Prozent bei Aluminium[31] (vgl. Abb. 5):

Abbildung 4 CO_2-Intensität im Vergleich von Primär- und Sekundärproduktion, (Quelle: Agora Industrie, Daten von Wood Mackenzie und S&P Global Platts Analytics) [32]

Erforderlich ist dazu eine absolute Erhöhung des Angebots hochwertig recycelter, möglichst schadstofffreier und emissionsarmer Materialien. Dafür müssen handlungsfeldspezifische Ansätze entwickelt werden, die sich an gesamtgesellschaftlichen Zielen orientieren und die globale Verflechtung der deutschen Industrie berücksichtigen (vgl. Kap. 2), wie z.B. den Ansatz für klimafreundlichen Stahl im BMWK-Konzept Leitmärkte für klimafreundliche Grundstoffe.

Zwar wird sich mit Blick auf die Bemühungen der Industrie zur Erreichung der Treibhausgasneutralität bei der Primärproduktion die Diskrepanz in der CO_2-Intensität zwischen Primärmaterialien und Sekundärmaterialien verringern. Die Transformation zur Kreislaufwirtschaft für den Übergang in die Treibhausgasneutralität wird dennoch unerlässlich sein, da durch effizientere Ressourcennutzung und optimiertes Recycling der Energie- und Rohstoffbedarf im Vergleich zur heutigen Stahlproduktion im Hochofen signifikant reduziert werden kann. Bei Kunststoffen wiederum können die CO_2-Emissionen aus der heute noch dominierenden thermischen Abfallbehandlung von Kunststoffen am Ende ihres Lebenszyklus verringert werden, beispielsweise durch Nutzung von biobasierten und bioabbaubaren Kunststoffen. Diese Emissionen machen etwa 50 Prozent der Lebenszyklusemissionen eines Kunststoffprodukts aus[33] (vgl. Kap. 4.10). Dafür müssen technische Verfahren, wie z. B. der Abtrennung

von Additiven, kontinuierlich weiterentwickelt und skaliert werden. Zudem sollten Umwelteffekte stärker eingepreist werden, um Sekundärrohstoffe marktwirtschaftlicher gegenüber Primärrohstoffen zu machen (vgl. Kap. 3.5).

Kreislaufwirtschaft kann einen substanziellen Beitrag zur Erreichung der Klimaschutzziele leisten. Gleichzeitig werden für das Gelingen der Transformation insgesamt und der Energiewende im Besonderen in vielen Bereichen zusätzliche Rohstoffe, aber auch verbesserte Recycling-Technologien, benötigt, beispielsweise im Bereich von Windkraftanlagen, Photovoltaik-Anlagen oder Wärmepumpen (vgl. Kap. 4.6).

In Sektoren mit schwer oder nicht vermeidbaren Emissionen, ist die vollständige Dekarbonisierung ein langwieriger Prozess oder nach aktuellem Stand der Technik, wegen unzureichendem Technologiereifegrad, hohen Energiebedarfen oder mangelnder Wirtschaftlichkeit von Klimaschutzmaßnahmen, nicht möglich. Insbesondere bei den technisch nicht vermeidbaren CO_2-Mengen zeigt sich das Potenzial von CCS/CCU-Technologien zur Erreichung der Treibhausgasneutralität. Daher ist das Ziel einer Carbon Management-Strategie (CMS) der Bundesregierung, mit dieser einen Rahmen für die Nutzung von Technologien zur Abscheidung von CO_2, zum CO2-Transport und zur sicheren und dauerhaften CO2-Speicherung (Carbon Capture and Storage, CCS) oder -Nutzung (Carbon Capture and Utilization, CCU) in Deutschland zu schaffen. Die notwendigen rechtlichen Rahmenbedingungen werden dazu ergänzend in der Novellierung des Kohlendioxid-Speichergesetz (KSpG), Ratifizierung des London Protokolls sowie in der Änderung Hohe-See-Einbringungsgesetz (HSEG) festgelegt.

Von CCU spricht man, wenn CO_2 nach erfolgter Abscheidung als Rohstoff genutzt wird, um zu einer nicht-fossilen Deckung von Kohlenstoffbedarfen in der Industrie beizutragen. Zur Anwendung von CCU-Technologien gibt es in Deutschland aktuell – neben mehreren bereits existierenden und vielversprechenden Pilotprojekten – bisher noch keine industriellen Großprojekte. Da CCU-Anwendungen insbesondere unter Verwendung von Erneuerbaren Energien und langfristiger CO_2-Speicherung in den Anwendungsprodukten bzw. Kreisläufen zu positiven Klimaschutzeffekten führen, ist das CCU-Potenzial derzeit noch begrenzt. Perspektivisch kann CCU mit höherer Verfügbarkeit von grüner Energie eine wichtige Rolle bei der Transformation der chemischen Industrie zukommen.

Kohlenstoff bleibt auch in einem treibhausgasneutralen Energie- und Wirtschaftssystem unverzichtbar, da er für Anwendungen wie die Herstellung von Kunststoffen und anderen chemischen Produkten benötigt wird. Zur Defossilisierung der Chemieindustrie bedarf es eines Gesamtkonzepts zur zukünftigen nachhaltigen Deckung des Kohlenstoffbedarfs der Chemieindustrie, welches Aspekte von Kreislaufwirtschaft, nachhaltiger Biomasse-Nutzung, CCU und Importmöglichkeiten beinhaltet. Hier sollten dann z.B. auch die Ergebnisse der NKWS, der nationalen Wasserstoffstrategie (NWS) und aus der Umsetzung der CMS einfließen. Insgesamt ist es wichtig, verlässliche Rahmenbedingungen für die Nutzung von biogenem Kohlenstoff auch auf europäischer Ebene zu schaffen.

Die Bundesregierung hält aufgrund der Einschränkungen der verschiedenen Ansätze folgende Kaskadenlogik zur Deckung des Kohlenstoffbedarfs für sinnvoll:

- Reduktion des Produktionsvolumens über alternative Prozesse und Stoffe und Materialeffizienz, Letzeres insb. bei Kunststoffen,
- Ausbau des stofflichen und chemischen Recyclings,
- Prioritäre stoffliche Nutzung verfügbarer Mengen an nachhaltiger Biomasse und Deckung des Kohlenstoffbedarfs auch durch CCU.

1.5 Beitrag zur sicheren und resilienten Rohstoffversorgung

Neben den Beiträgen zum Klima- und Ressourcenschutz ist die sichere Versorgung der deutschen Wirtschaft mit Rohstoffen ein zentrales Ziel der NKWS. Die Resilienz von Lieferketten ist durch die COVID-19 Pandemie, den russischen Angriffskrieg in der Ukraine und weitere Disruptionen in globalen Lieferketten zu einer zentralen Herausforderung und einer Frage des Risikomanagements für viele Unternehmen geworden. Da die deutsche Industrie in vielen Bereichen auf Rohstoffimporte angewiesen ist und diese häufig aus einigen wenigen Ländern stammen, ist eine Diversifizierung der Rohstoffquellen von strategischer Bedeutung für die sichere Rohstoffversorgung; besonders Sekundärrohstoffen kommt dabei eine immer wichtigere Rolle zu.

Das betrifft insbesondere Rohstoffe wie Seltene Erden oder Lithium, die als kritisch für die gesamte EU-Wirtschaft angesehen werden bzw. die eine strategische Bedeutung für zentrale Umwelt-, Digital- und Verteidigungstechnologien haben, beispielsweise für Windenergieanlagen oder die Elektromobilität. Hier geht die Europäische Kommission bis zum Jahr 2030 u.a. von einer Versechsfachung der Nachfrage für Seltene Erden und für Lithium sogar von einer Verzwölffachung aus.[34] Gleichzeitig steht die Kreislaufwirtschaft für viele dieser als kritisch eingeschätzten Rohstoffe noch am Anfang: Nur sechs der über 30 kritischen Rohstoffe in der EU weisen einen Rezyklat-Einsatzquoten-Anteil von über 20 Prozent auf, für die meisten liegt sie bei unter 5 Prozent[35].

Die EU-Verordnung zur Gewährleistung einer sicheren und dauerhaften Versorgung mit kritischen Rohstoffen (Critical Raw Material Act;) legt fest, dass die EU bis 2030 in der Lage sein sollte, 10 Prozent ihres jährlichen Verbrauchs an strategischen Rohstoffen zu fördern, 40 Prozent zu verarbeiten und 25 Prozent durch Recycling zu erzeugen. Die NKWS soll mit ihren Maßnahmen zur Umsetzung dieser Ziele beitragen. Ebenso stellt die NKWS in Teilen ein nationales Programm für mehr Ressourceneffizienz bei kritischen Rohstoffen und den verstärkten Einsatz von Sekundärrohstoffen im Sinne von Artikel 26 des CRMA dar.

Auf nationaler Ebene wird die Frage der sicheren Rohstoffversorgung vor allem in der Rohstoffstrategie der Bundesregierung adressiert, die das Recycling als eine von drei zentralen Säulen der Rohstoffversorgung beschreibt. Das Eckpunktepapier zur geplanten Ergänzung der Strategie benennt eine Reihe konkreter Ansatzpunkte, die sich auch in den einzelnen Handlungsfeldern der NKWS niederschlagen, beispielsweise die Sicherung der Nachfrage nach recycelten Rohstoffen durch öffentliche Beschaffung oder die Nutzung der Digitalisierung zur Stärkung der Kreislaufführung, u.a. durch digitale Produktpässe[36].

In einer im Rahmen der Rohstoffstrategie der Bundesregierung aus dem Jahr 2020 unter der Leitung der Deutschen Rohstoffagentur (DERA) eingerichteten „Dialogplattform Recyclingrohstoffe“ wurden

ebenfalls konkrete Handlungsansätze für eine sichere und dauerhafte Versorgung der deutschen Industrie mit Sekundärrohstoffen aus dem Recycling erarbeitet, die auch in den Handlungsfeldern der NKWS berücksichtigt werden, beispielsweise die Förderung eines recyclingfreundlichen Produktdesigns oder Anreizsysteme für den Einsatz von Recyclingrohstoffen. Der inhaltliche Fokus der Dialogplattform liegt auf metallischen Rohstoffen und Industriemineralen[37].

Bei der Umsetzung der NKWS gilt es, die genannten nationalen, europäischen und globalen Ansätze der Rohstoffpolitik zu berücksichtigen und aufeinander abzustimmen zur Schaffung von verantwortungsvollen, nachhaltigen Rohstofflieferketten.

1.6 Wohlstand, Wettbewerbsfähigkeit und nachhaltiges Wirtschaftswachstum

Die Bundesregierung will die Rahmenbedingungen schaffen, damit die großen Potentiale gehoben werden können, die eine Kreislaufwirtschaft für die Sicherung von Wohlstand, Wertschöpfung und stabile Arbeitsplätze in Deutschland und Europa bereithält. Die Wachstumschancen durch eine zirkuläre Wirtschaft werden in verschiedenen Studien als erheblich eingeschätzt. So ist durch zirkuläres Wirtschaften eine jährliche Steigerung der Bruttowertschöpfung der deutschen Wirtschaft bis 2030 um 12 Milliarden Euro möglich.[38] Andere Schätzungen gehen global von einem Marktpotential bei Konsumgütern in der Kreislaufwirtschaft von mittelfristig (2030) 650 Mrd. € pro Jahr aus.[39] Aufgrund seiner Vorreiterrolle bei Forschung, Technologie und industriellem Know-how kann Deutschland zum führenden Anbieter für Technologien der Kreislaufwirtschaft und zirkuläre Produktionsprozesse werden. Die NKWS beschreibt Maßnahmen, um die großen Wertschöpfungs- und Beschäftigungspotentiale solch innovativer Technologien und Geschäftsmodelle – gerade auch im Mittelstand – zur Geltung zu bringen. Produkte, Dienstleistungen und Technologien für eine zirkuläre Wirtschaft bergen wichtige Wettbewerbsvorteile für deutsche Unternehmen.

Für den Arbeitsmarkt sind längerfristig positive Effekte zu erwarten, wobei langfristig eine Verschiebung von den rohstoff- und energieintensiven Bereichen insbesondere zu Sekundärproduktion und Recycling, Reparatur und allgemeinen Dienstleistungen zu erwarten ist. Damit können auch Veränderungen in Bezug auf die Struktur der Beschäftigung einhergehen, auch mit Blick auf Einkommen, Qualifikationen und die Berufsbilder. Diese Entwicklungen gilt es aufmerksam zu beobachten, um etwaige Gestaltungsherausforderungen frühzeitig erkennen zu können. Der Bundesverband der Deutschen Industrie (BDI) und das Beratungsunternehmen Deloitte gehen bis 2030 von einer jährlichen Steigerung der Bruttowertschöpfung der deutschen Wirtschaft um 12 Mrd. € sowie einem Beschäftigungszuwachs von 117.000 Arbeitsplätzen aus.

Die Transformation zu einer umfassenden Kreislaufwirtschaft wird die deutsche Wirtschaft zukunftsfähiger machen. Der dafür bis 2045 notwendige kontinuierliche Strukturwandel soll durch sozialpolitische Maßnahmen flankiert werden, um die gesamtgesellschaftlichen Anpassungsbedarfe und Gewinne fair zu verteilen. Zudem sind die notwendigen Rahmenbedingungen zu schaffen, damit nachhaltiger Konsum für alle Verbraucherinnen und Verbraucher bezahlbar ist und bleibt. Innovative Lösungen wie „Nutzen statt Besitzen“ oder „Reparieren statt Wegwerfen“ bereiten den Weg für neue Geschäftsmodelle und können Konsumentinnen und Konsumenten entlasten.

Das International Resource Panel hat prognostiziert, dass insbesondere Länder mit niedrigem und mittlerem Einkommen von einer ambitionierten Ressourcenpolitik profitieren können, wenn sie ein breites Spektrum von Maßnahmen zur Verbesserung der Ressourceneffizienz, zur Abkopplung des Wirtschaftswachstums von der Umweltzerstörung und zur Förderung von nachhaltiger Produktion und Konsum ergreifen. Das Wirtschaftswachstum würde im Durchschnitt um ca. 10 Prozent zunehmen und gleichzeitig bis 2060 zu einer um 47 Milliarden Tonnen geringeren jährlichen globalen Ressourcenentnahme führen. Dementsprechend eröffnet eine globale Kreislaufwirtschaft auch den Partnerländern der deutschen Entwicklungszusammenarbeit Chance für eine nachhaltige wirtschaftliche Entwicklung sowie der Erreichung ihrer Klima- und Umweltziele.

1.7 Die NKWS als Rahmenstrategie

Die Koalitionspartner haben sich darauf verständigt, dass die Bundesregierung eine Nationale Kreislaufwirtschaftsstrategie erarbeitet, in der unter anderem bestehende rohstoffpolitische Strategien gebündelt werden. Die Strategie soll als Rahmenstrategie Ziele und Maßnahmen zum zirkulären Wirtschaften und zur Ressourcenschonung aus allen relevanten Strategien miteinander verbinden. Dabei sollen Synergien genutzt, aber auch mögliche Zielkonflikte aufgezeigt und Lösungsvorschläge formuliert werden. Die Strategien, die zu den Zielen der NKWS beitragen, sollen dabei zugleich eigenständig bleiben. Zu den rohstoffpolitisch relevanten Strategien gehört u. a. die bereits in Kapitel 1.5 genannte Deutsche Rohstoffstrategie. Diese verankert u.a. die Nutzung von Sekundärrohstoffen als zentralen Pfeiler einer nachhaltigen Rohstoffversorgung. Die Ziele und Maßnahmen des Deutschen Ressourceneffizienzprogramms (ProgRess) wurden in die NKWS aufgenommen, ebenso wie Maßnahmen zur Ressourceneffizienz. Weitere wichtige Pfeiler für zirkuläres Wirtschaften sind die Nationale Bioökonomiestrategie (NBÖS; Ziel der nachhaltigen Gewinnung und Nutzung von biologischen Rohstoffen und bio(techno)logischer Verfahren), die auf eine zirkuläre Bioökonomie zielt und die natürliche Kreislauffähigkeit biogener Ressourcen ins Zentrum rückt, die Nationale Leichtbaustrategie, welche u.a. die verbesserte Kreislauffähigkeit und Rezyklierbarkeit im Bereich Leichtbau adressieren und das Potential materialeffizienter, nachhaltiger Leichtbautechnologien für Klima- und Ressourcenschutz aktivieren wird, sowie die Carbon Management Strategie, die u.a. die Schließung von Kohlenstoffkreisläufen oder die Nutzung von Kohlenstoff, der bislang als CO_2 emittiert wird, zum Gegenstand hat. Der Einsatz von Sekundärrohstoffen wird auch in den Definitionen für klimafreundliche (CO_2-arme oder -freie) Grundstoffe verankert.

Darüber hinaus unterstützt die NKWS die Nationale Sicherheitsstrategie, deren umfassender Sicherheitsbegriff auch die Ressourcenpolitik mit Blick auf kritische Abhängigkeiten und Versorgungssicherheit als Teil der Sicherheitspolitik versteht. Neben den rohstoffpolitisch relevanten Strategien, die in der NKWS gebündelt werden, stellt außerdem die Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie (DNS) einen wichtigen Ausgangspunkt und Rahmen für die NKWS. (u. a. Zielvorgabe 8.4, 12.2).

2. Leitlinien, Ziele und Indikatoren

2.1 Leitlinien für eine nachhaltige Kreislaufwirtschaft

Die Transformation zur Kreislaufwirtschaft ist eine zentrale Voraussetzung für die Erreichung der gesetzlich verankerten Ziele des Klimaschutzes, der Ziele der Deutschen Nachhaltigkeitsstrategie, den Erhalt der Artenvielfalt, die Reduzierung der Verschmutzung unseres Planeten wie auch für die zukünftige Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Wirtschaft. Dementsprechend muss Kreislaufwirtschaft so gestaltet werden, dass sie möglichst effektiv auf diese Ziele einzahlt. Daraus lassen sich konkrete Leitlinien für die Kreislaufwirtschaft ableiten:

- Absolute Senkung des Primärrohstoffverbrauchs und der damit verbundenen Umweltwirkungen, insbesondere der Treibhausgasemissionen und des Biodiversitätsverlustes bei gleichzeitiger Berücksichtigung der damit einhergehenden wirtschaftlichen Herausforderungen und Potentiale.
- Wahrung der planetaren Grenzen.
- Entkopplung der Wirtschaftsentwicklung vom Rohstoffeinsatz und dessen Umweltwirkungen im In- und Ausland.
- Abfallvermeidung bei gleichzeitig minimalem Eintrag von Schadstoffen in die Umwelt.
- Keine internationale Verlagerung sozialer Folgen und Umwelteffekte durch die NKWS.
- Optimierung des gesamten Produktlebenszyklus.
- Etablierung einer möglichst schadstofffreien Kreislaufwirtschaft: Neue Produkte sind so zu gestalten, dass sie möglichst schadstofffrei sind. Bei der Herstellung von Sekundärrohstoffen sind die Schadstoffe, die in bereits im Verkehr befindlichen Produkten enthalten sind, unter sicheren Bedingungen für Beschäftigte abzutrennen und umweltverträglich zu entsorgen. Der Vollzug bestehender Abkommen, z. B. Basler Übereinkommen, wird gestärkt, damit gefährliche Abfälle nicht exportiert werden.
- Reduktion der Abhängigkeit von Rohstoffimporten– insbesondere mit Blick auf solche Rohstoffe, die die Europäische Kommission als kritisch oder strategisch eingestuft hat. Die NKWS unterstützt daher die bestehenden und künftigen Ansätze der nationalen und europäischen Rohstoffpolitik zur Schaffung von verantwortungsvollen Rohstofflieferketten.
- Schaffung und Sicherung zukunftsfester und hochwertiger Beschäftigung in einer nachhaltigen, klimaneutralen Wirtschaft.
- Erhöhung der Wettbewerbsfähigkeit durch zukunftsfähige zirkuläre Geschäftsmodelle.

- Erhöhung der Innovationsfähigkeit durch Sicherung funktionsfähigen Wettbewerbs bei gleichzeitiger Transparenz und Kooperationsmodellen: Ein zentraler Vorteil der Kreislaufwirtschaft gegenüber linearem Wirtschaften ist die deutlich erhöhte Transparenz der Wertschöpfungskette, wozu auch digitale Technologien wie der digitale Produktpass und Infrastrukturen beitragen.

- Zirkuläre Konsummuster: Die NKWS soll Impulse setzen, zirkuläre Konsummuster im Sinne der vorrangigen Strategieansätze wie „reduce, refuse und rethink“ zu unterstützen.

- Die Transformation zu einer Kreislaufwirtschaft soll sozial gerecht gestaltet werden, u. a., durch Beachtung des Verursacherprinzips und der Vulnerabilität von Bevölkerungsgruppen.

- Beitrag zur Rohstoffwende: Die Kreislaufwirtschaft muss einen Beitrag zum Ersatz fossiler Rohstoffe durch nachhaltige Rohstoffe leisten. Auch bei nachhaltigen Rohstoffen ist eine ressourceneffiziente Kreislaufwirtschaft essentiell, da einige nachhaltige Rohstoffe, z. B. nachhaltige Biomasse, nur begrenzt verfügbar sind.

2.2 Leitbild und Ziele

Die Leitlinien lassen sich in einem Leitbild und drei übergeordneten Zielen konkretisieren:

- **Leitbild:** Senkung des Primärrohstoffverbrauchs
- **Ziel 1:** Schließung von Stoffkreisläufen
- **Ziel 2:** Erhöhung von Rohstoffsouveränität und Rohstoffversorgungssicherheit
- **Ziel 3:** Vermeidung von Abfällen

Das Leitbild und die Ziele sollen dazu beitragen, dass die NKWS eine Kreislaufwirtschaft im Sinne der Leitlinien befördert. Angesichts der inhaltlich komplexen Anforderungen für eine umfassende Kreislaufwirtschaft, werden neben den hier genannten übergeordneten Zielen zusätzlich konkrete Ziele für die verschiedenen Handlungsfelder und Querschnittsthemen festgelegt und in den jeweiligen Kapiteln dargestellt. Anhand von Indikatoren, soll für das Leitbild und die übergeordneten Ziele geprüft werden, ob die zentralen Hebel für eine Kreislaufwirtschaft bewegt werden:

Leitbild: Senkung des Primärrohstoffverbrauchs

Die Bundesregierung strebt mit der NKWS an, die Rahmenbedingungen dafür zu schaffen, dass auf Basis der Ziele der Deutschen Nachhaltigkeitsstrategie die Menge der in Anspruch genommenen Primärrohstoffe für Konsum und Investitionen in Deutschland inklusive der dafür im Ausland notwendigen Vorketten abzüglich der Exporte bis zum Jahr 2045 deutlich sinken kann. Dabei dient der Vorschlag des International Resource Panel der UNEP für die Konkretisierung der UN Sustainable Development Goals, weltweit bis 2050 eine durchschnittliche Intensität des Rohstoffverbrauchs von 6 – 8 Tonnen pro Kopf und Jahr zu erreichen, als eine Orientierung. Das Leitbild wird, beginnend 2030,

alle fünf Jahre unter Beteiligung der Wirtschaft unter folgenden Gesichtspunkten evaluiert und erforderlichenfalls angepasst. Dabei soll insbesondere berücksichtigt werden:

- Entwicklung von Rohstoffbedarfen, Rohstoffkosten und Rohstoffverfügbarkeiten,
- Stoffstromspezifische Rahmenbedingungen,
- Ökologische, ökonomische und soziale Wirkungen zentraler Maßnahmen,
- Rohstoffverbräuche, die sich aus notwendigen Investitionen ergeben.

Der Primärrohstoffverbrauch wird auf nationaler Ebene über den Indikator „Raw Material Consumption“ (RMC, Rohstofffußabdruck) statistisch erfasst. Unternehmen und privaten Haushalten entsteht hierüber kein bürokratischer Aufwand.

Die Weltgemeinschaft hat sich in den globalen Zielen für nachhaltige Entwicklung und der Agenda 2030 zum Ziel gesetzt, bis 2030 die nachhaltige Bewirtschaftung und effiziente Nutzung der natürlichen Ressourcen zu erreichen (Unterziel 12.2). Internationale Organisationen wie das International Resource Panel und das World Economic Forum haben berechnet, dass global ein Primärrohstoffbedarf von 6 bis 8 Tonnen pro Kopf und Jahr im Jahr 2050 mit den planetaren Grenzen vereinbar ist[40]. Hieran orientiert sich die Bundesregierung. Angesichts des Ausgangswerts von aktuell 15,3 Tonnen pro Kopf (2021)[41] ist der Orientierungswert des Leitbilds von 6 - 8 Tonnen ambitioniert und erfordert einen erfolgreichen Übergang zur Kreislaufwirtschaft sowie zur Treibausgasneutralität bis 2045. Fast ein Viertel unseres heutigen Rohstoffbedarfes machen alleine fossile Energieträger aus, die mit Erreichen der Treibhausgasneutralität weitestgehend entbehrlich werden und damit zum hier vorgeschlagenen Ziel erheblich beitragen. Leichtbau-Technologien, mit denen Material eingespart und Gewicht optimiert wird, das Sanieren im (Immobilien)Bestand und die auf den Weg gebrachten Maßnahmen zur Dekarbonisierung der Industrie leisten durch Innovationen und neue Verfahren ebenfalls einen großen Beitrag zur Senkung des Rohstoffbedarfs.

Ein deutlich verringerter Rohstofffußabdruck wird dabei nicht allein durch die Maßnahmen der NKWS oder durch die Kreislaufwirtschaft im engeren Sinne erreicht werden können, sondern dann, wenn die angestrebte Transformation als Querschnittsaufgabe auch in anderen Politikbereichen und den entsprechenden Programmen verankert wird (vgl. Kap. 1.6). Mehrere Studien und Szenarien zeigen, dass dieses Ziel erreichbar ist, darunter die RESCUE-Studie[42] des Umweltbundesamtes oder die Studie „Modell Deutschland Circular Economy“[43].

Ziel 1: Schließung von Stoffkreisläufen

- **Das Ziel der EU, den prozentualen Anteil von Sekundärrohstoffen an der Gesamtmenge aller genutzten Rohstoffe gegenüber dem Ausgangswert im Jahr 2021 bis zum Jahr 2030 zu verdoppeln, wird national aufgegriffen und durch Maßnahmen in allen wichtigen Stoffströmen unterstützt (Indikator CMUR). Dabei sind ausreichende Verfügbarkeit von Rezyklaten, ihre Qualität und Akzeptanz sowie eine flankierende konsequente Marktanalyse zentrale Bedingungen.**

- Die Qualität von bislang unzureichenden Recyclingprozessen soll signifikant erhöht werden.

Auch das EU-Ziel „Verdopplung des Anteils von Sekundärrohstoffen an der Gesamtmenge aller genutzten Rohstoffe“, dass mit der NKWS national aufgegriffen wird, ist herausfordernd und bedarf neben einer Steigerung von Menge und Qualität von Rezyklaten auch der Stärkung zirkulärer Geschäftsmodelle, der konsequenten Abfallvermeidung und einer Verlängerung der Nutzungsdauer von Produkten. Insofern zahlt die Reduktion des Rohstoffkonsums auch auf dieses Ziel ein – allein über ein verbessertes Abfallmanagement und Recycling ist eine Verdopplung nicht erreichbar.

Gemessen werden soll das Ziel an dem Indikator Zirkularitätsrate, Circular Material Use Rate (CMUR) Dieser gehört zu den Leitindikatoren der Europäischen Kommission zur Kreislaufwirtschaft, die regelmäßig von Eurostat erhoben werden. Die Europäische Kommission hat für die EU27 das Ziel benannt, die CMUR gegenüber dem Wert vom Jahr 2021 bis zum Zieljahr 2030 zu verdoppeln. Im Jahr 2022 lag die EU-weite CMUR bei 13 Prozent (Eurostat, 2023). Damit liegt der Zielwert einer CMUR für die EU27 für das Jahr 2030 bei 26 Prozent. In Deutschland entspricht die CMUR mit 12,7 Prozent im Jahr 2021 in etwa dem europäischen Durchschnitt.

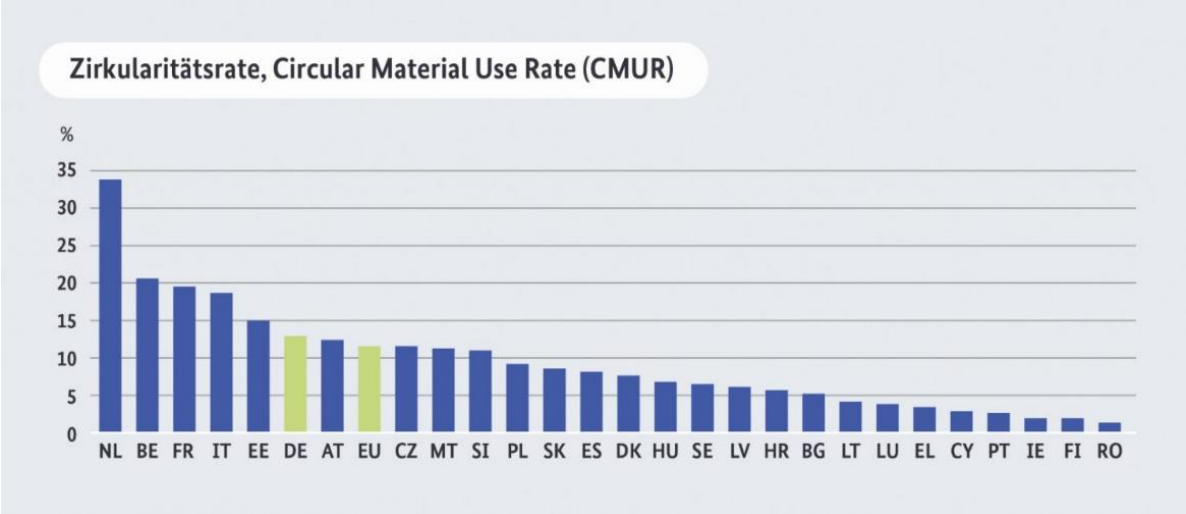


Abbildung 5 Circular Material Use Rate (CMUR)44, (Quelle: Eurostat, 2023)

Ziel 2: Rohstoffsouveränität und Rohstoffversorgungssicherheit erhöhen

Mit der NKWS wollen wir im Einklang mit europäischen Zielen die Sicherheit der Rohstoffversorgung stärken. Deutschland importiert erhebliche Anteile seiner Rohstoffe und unterliegt gerade bei kritischen und strategischen Rohstoffen großen Abhängigkeiten. Um die damit verbundenen Risiken zu verringern und die Rohstoffresilienz zu verbessern, wird folgendes Ziel definiert:

- Entsprechend der EU-Ziele im Critical Raw Material Act sollen die Produktionskapazitäten der EU 10 Prozent des Bedarfes an strategischen Rohstoffen in der EU und 40 Prozent des Bedarfes an weiterverarbeiteten Rohstoffprodukten decken können. Die Recyclingkapazität der EU soll es ermöglichen, 25 Prozent der strategischen Rohstoffe bis 2030 zu decken. Kein Rohstoff soll zu mehr als 65 Prozent aus einem einzigen Drittland bezogen werden. Deutschland unterstützt diese Zielsetzung national mit der NKWS durch wirksame Maßnahmen.

Das Ziel, die Rohstoffversorgungssicherheit zu erhöhen, und auch die Unabhängigkeit von Rohstoffimporten durch den Einsatz von Sekundärrohstoffen zu steigern, erfordert eine Weiterentwicklung von Infrastrukturen der Sammlung und Verwertung von Abfällen entlang kompletter Wertschöpfungsketten. Es bedarf einer Stärkung des zirkulären Produktdesigns und zirkulär ausgerichteter Geschäftsmodelle – es reicht nicht, nur am Ende der Wertschöpfungskette anzusetzen und besser zu recyceln. Zudem sind entsprechende Verfahren wie auch sekundäre Rohstoffe an sich oft noch mit sehr viel höheren Kosten verbunden als herkömmliche Ansätze, weshalb noch stärker auch auf Fragen der Wirtschaftlichkeit zu achten ist. Hierbei bedarf es der Förderung von verantwortungsvollen und nachhaltigen Rohstofflieferketten, in denen neben den ökonomischen auch die sozialen und ökologischen Nachhaltigkeitsprinzipien entlang der gesamten Wertschöpfungs- und Lieferketten berücksichtigt werden. Die Erreichung des Ziels einer Steigerung des Sekundärrohstoffeinsatzes soll durch den Indikator DIERec[45] (direkte und indirekte Effekte des Recyclings) in Relation zum Primärrohstoffeinsatz (RMI) dokumentiert werden.

Ziel 3: Vermeidung von Abfällen

- Das Pro-Kopf-Aufkommen an Siedlungsabfällen soll bis zum Jahr 2030 um 10 Prozent und bis zum Jahr 2045 um 20 Prozent sinken im Vergleich zum Jahr 2020.

In den globalen Nachhaltigkeitszielen (SDGs) wird angestrebt, bis 2030 das Abfallaufkommen durch Vermeidung, Verminderung, Wiederverwertung und Wiederverwendung deutlich zu verringern (SDG 12.5). Im Jahr 2020 gab es in Deutschland ein Pro-Kopf-Aufkommen an Siedlungsabfällen von 613 kg[46]. Im Sinne einer umfassenden Kreislaufwirtschaft setzen wir bei der Reduzierung dieser Abfallmenge und damit auf der ersten Stufe der Abfallhierarchie an. Dieses Ziel ist ambitioniert, erscheint mit Blick auf die zu einzelnen Stoffströmen aktuell diskutierten oder bereits vereinbarten Vermeidungsziele auf nationaler und internationaler Ebene aber erreichbar. Die kommende EU-Verpackungsverordnung (Verfahren (2022/0396)[47] sieht vor, dass die pro Kopf anfallenden Verpackungsabfälle von den Mitgliedstaaten bis zum Jahr 2030 um 5 Prozent gegenüber den von der Kommission für das Jahr 2018 gemeldeten Zahlen reduziert werden. Für das Jahr 2040 ist eine Verringerung um 15 Prozent vorgesehen. Die Maßnahmen zur Reduzierung von Abfällen sind vielfältig und adressieren sowohl die öffentliche Hand, aber auch Wirtschaftsakteurinnen und -akteure sowie Verbraucherinnen und Verbraucher. Das Abfallvermeidungsprogramm des Bundes unter Beteiligung der Länder und dessen Fortschreibung geben hierüber einen guten Überblick.

2.3 Erfassung der Auswirkungen der Kreislaufwirtschaft auf Umwelt, Klima, Wirtschaft und Gesellschaft

Das Leitbild bezieht sich auf die Mengen und Herkunft der eingesetzten Rohstoffe. Um die daraus folgenden umweltbezogenen und sozioökonomischen Wirkungen einer Kreislaufwirtschaft zu erfassen, werden die folgenden Indikatoren betrachtet:

Indikatoren zur Erfassung der Umweltwirkung der Kreislaufwirtschaft

- Da die Kreislaufwirtschaft einen substanziellen Beitrag zum Klimaschutz leisten soll, werden zunächst geeignete Indikatoren zur Messung entwickelt.

- Die systematische Berücksichtigung der Beiträge zirkulären Wirtschaftens in den im Bundesklimaschutzgesetz (KSG) festgelegten nationalen Zielen für die Einsparung von THG-Emissionen und den zu Grunde liegenden Berechnungsmethoden. Die THG-Emissionsreduktion durch Kreislaufwirtschaft wird ebenfalls mit der Methodik des DIERec ausgewiesen.

- Zu den Beiträgen der Kreislaufwirtschaft zum Schutz der Biodiversität und der natürlichen Kohlenstoffsenken wird ebenfalls ein geeigneter Indikator entwickelt.

- Die globale Umweltinanspruchnahme wird über den Indikator „Fußabdruck des Konsums“ erfasst (vgl. Kap. 1.2)

Indikatoren zur Erfassung der sozioökonomischen Wirkung der Kreislaufwirtschaft

- Der von Eurostat erhobene Indikator „Patents related to recycling and secondary raw materials“ (Patente im Zusammenhang mit Recycling und Sekundärrohstoffen) soll genutzt werden, um die Innovationswirkungen der NKWS abzubilden.

- Der Anteil der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten in Deutschland im Bereich der Kreislaufwirtschaft[48] als Prozentsatz der Beschäftigten insgesamt wird ebenfalls von der Bundesagentur für Arbeit ausgewiesen und soll für die NKWS berichtet werden. Weitere Aufschlüsse über die Beschaffenheit und Qualität der Beschäftigung im Bereich der Kreislaufwirtschaft liefern Indikatoren zu Einkommen, Anforderungsniveaus sowie Aus- und Weiterbildung.

Weitere Indikatoren zur Nachhaltigkeit der Kreislaufwirtschaft

- Zu dem Ziel einer Entkopplung von Wirtschaftswachstum und Rohstoffeinsatz wird im Rahmen der NKWS der Indikator Gesamtrohstoffproduktivität erfasst, der in der Deutschen Nachhaltigkeitsstrategie (DNS) sowie im Deutschen Ressourceneffizienzprogramm (ProgRess II und III) verankert ist. Das in der DNS gesetzte Ziel einer Beibehaltung des positiven Trends der Jahre 2000 bis 2010 bis 2030, dies entspricht einem Anstieg der Gesamtrohstoffproduktivität um 1,6 Prozent pro Jahr, trägt zur Erreichung des Leitbilds der NKWS bei.

3. Querschnittsthemen

3.1 Die R-Strategien

Für eine zirkuläre Wirtschaft spielt das in Deutschland bereits gut etablierte Recycling am Ende von Produktlebenszyklen eine tragende, aber nicht ausreichende Rolle. Die Kreislaufwirtschaft muss bereits

in der Design-, Herstellungs- und Nutzungsphase von Produkten sowie bei Lebensstilen und Geschäftsmodellen ansetzen.

Die NKWS orientiert sich deshalb an der 10-stufigen R-Leiter, die prinzipielle Strategien einer Kreislaufwirtschaft nach ihrem potenziellen Beitrag zur Steigerung der Zirkularität in eine Rangfolge stellt und so die über das Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG) etablierte Abfallhierarchie ergänzt. Die oberen Stufen der Leiter R0 bis R2 (refuse, rethink, reduce) unterlegen Vermeidungsansätze und richten sich einerseits an Konsumentinnen und Konsumenten inkl. der öffentlichen Beschaffung, die ihren Bedarf an Produkten und Dienstleistungen auf den Prüfstand stellen. Sie sprechen aber auch Hersteller an, die Produkte und Dienstleistungen neu denken und zirkulär in Herstellung und Gebrauch gestalten. Die mittleren Stufen R3 bis R7 (reuse, repair, refurbish, remanufacture, repurpose) enthalten Ansätze zur längeren Lebensdauer von Produkten oder einzelner Komponenten sowie zur intensiveren Nutzung. R8 bis R9 (recycle, recover) fokussieren auf Optimierungen im Recycling und der sonstigen Verwertung.

Es geht um eine grundsätzliche Neuausrichtung vom Linearen zum Zirkulären, angefangen beim zirkulären Produktdesign, über ressourceneffiziente Produktion bis zu nachhaltigem Konsum. Geschäftsmodelle sollen zirkulär ausgerichtet werden mit dem Ziel, globale Wertschöpfungs- und Lieferketten nachhaltig zu transformieren. Je nach betrachtetem Handlungsfeld sind unterschiedliche R-Strategien erfolgversprechend. Die Ziele der NKWS sind nur durch Maßnahmen in der gesamten Bandbreite der R-Strategien unter Mitwirkung aller beteiligten Akteurinnen und Akteure erreichbar.

3.2 Produktgestaltung für Zirkularität und Langlebigkeit

3.2.1 Status Quo

Die Gestaltung eines Produktes spielt eine Schlüsselrolle für die Umweltwirkungen entlang des gesamten Lebenszyklus und dessen Zirkularität. Welche Materialien eingesetzt und wie diese kombiniert und zusammengefügt werden, wird im Produktdesign festgelegt. Insbesondere in der Design- und Herstellungsphase bestehen hohe Potentiale, den Materialeinsatz beispielsweise durch Leichtbauweise zu optimieren. Diese Entscheidungen wirken sich zum einen maßgebend auf die Lebensdauer eines Produktes aus, die durch Berücksichtigung der R-Strategien R3-R7 (reuse, repair, refurbish, remanufacture, repurpose) verlängert werden kann (vgl. Kap. 3.1). Zum anderen haben die Entscheidungen auch Einfluss darauf, welchen Risiken Beschäftigte bei Reparatur und/oder Recyclingprozessen ausgesetzt werden sowie auf die Recyclingfähigkeit eines Produktes (R8).

Die Berücksichtigung des gesamten Lebenszyklus schon ab dem ersten Entwurf des Produktes („safe and sustainable by design“) stellt die wichtigsten Weichen, um ein sicher herstell-, verwend- und wiederverwertbares, langlebiges und kreislauffähiges Produkt zu erhalten. Hier bietet der Einsatz energie-effizienter Künstlicher Intelligenz erhebliche Chancen in verschiedenen Phasen der Produktentwicklung: zum Beispiel bei der Ideengenerierung, dem zirkulären Design, der Simulation und der Optimierung.

Potential haben Produkt-Service-Konzepte, die sich auf den Produktverleih stützen und über das Geschäftsmodell Wartungs-, Reparatur- und Upgrade-Dienstleistungen bieten. Zu diesen

Geschäftsmodellen zählen z. B. Mehrwegsysteme sowie Angebote zur Einrichtung innovativer Rücknahme- und Sammelsysteme von Produkten, Produktteilen oder Materialien, um diese weiterverwenden oder recyceln zu können.

Schon bei der Gestaltung eines Produktes muss der gesamte Lebenszyklus berücksichtigt werden. Dies kann durch rechtlich verbindliche Mindestanforderungen an die Produkte erfolgen, um das erforderliche Mindestmaß an Reparierbarkeit, Recyclingfähigkeit, Rezyklateinsatz, Schadstofffreiheit und Produktqualität/Langlebigkeit zu erreichen. Derzeit bietet vor allem die Ökodesign-Richtlinie (2009/125/EG) sowie die neue Ökodesign-Verordnung für nachhaltige Produkte[49] einen rechtlichen Rahmen für die Produktgestaltung. Ergänzend bieten freiwillige Nachhaltigkeits- und Umweltlabel für Unternehmen die Möglichkeit, ein höheres Ambitionslevel hinsichtlich zirkulärer Produkte abzubilden. Sie geben Anbietern von Produkten und Unternehmen eine Orientierung, wie unter den aktuellen Rahmenbedingungen die ökologisch vorteilhafteren Produkte einer Produktgruppe gestaltet sind und setzen somit ein Beispiel für ein ambitioniertes Produktdesign.

Darüber hinaus können die Aufklärung von Konsumentinnen und Konsumenten (s. nachfolgendes Kapitel) sowie die Ausbildung des entsprechenden Fachpersonals (Design, Produktentwicklung) unterstützt und weiterentwickelt werden.

3.2.2 Ziele

Auf Grundlage der in Kapitel 0 dargestellten Vision einer umfassenden Kreislaufwirtschaft für das Jahr 2045 und als Ergänzung des Leitbildes und der übergeordneten Ziele, die in Kapitel 2 formuliert werden, gelten für dieses Handlungsfeld zusätzlich die folgenden Ziele:

Zur Erreichung der Ziele sind auf Bundes- oder EU-Ebene u.a. die folgenden Maßnahmen erforderlich:

Ambitionierte rechtliche Mindestanforderungen auf EU-Ebene: bis 2030 Erhöhung der Materialeffizienz (Indikator in Produktionsprozessen, der das Verhältnis der Materialmenge eines Produkts zu der für seine Herstellung eingesetzten Materialmenge misst) aller unter der Ökodesign-Richtlinie und der Ökodesign-Verordnung zu regulierenden Produkte, sowie die, in der Verordnung festgelegten Informationspflichten und Teil-Verbote in Bezug auf die Vernichtung von Waren zu einem umfassenderen Vernichtungsverbot weiterzuentwickeln. Warenvernichtungen sollen nur noch unter bestimmten Bedingungen wie insbesondere Sicherheitsbedenken, Gesundheitsrisiken oder Umweltschäden zulässig sein.

Verbesserung der Rahmenbedingungen für kreislauffähige Produkte und Geschäftsmodelle: Ein Dialog mit Ländern und Bildungsträgern um zu erreichen, dass in relevanten Ausbildungsberufen, Studiengängen und Weiterbildungsmaßnahmen Wissen über ökologisches Design, Langlebigkeit und Produktgestaltung hinsichtlich Weiter- und Wiederverwertung verankert und verbreitet wird, um mehr kreislauffähige Produkte und Geschäftsmodelle in der Praxis zu generieren.

Orientierung für Hersteller durch die Definition freiwilliger ökologischer Produktstandards: Für das Umweltzeichen „Blauer Engel“ bestehen bereits Anforderungen für Produkte aus Recyclingmaterialien (Papier, Kunststoffe, Betonwaren) und für Mehrwegsysteme sowie Materialeffizienzanforderungen in vielen weiteren Produktgruppen. Diese Anforderungen sollen bei der Auswahl neuer Produktgruppen

angewendet und der Überarbeitung für bestehende Produktgruppen noch stärker berücksichtigt werden.

3.2.3 Maßnahmen

Zur Erreichung der Ziele sind auf Bundes- oder EU-Ebene u.a. die folgenden Maßnahmen erforderlich:

Berufsfelder stärken

Möglichkeiten zum Erwerb von Fähigkeiten zur Zirkularität (vgl. Kap. 3.10). In puncto Produktgestaltung sollen dabei in Ausbildungen und Studiengänge verstärkt Kompetenzen zur Entwicklung und Gestaltung kreislauffähiger Produkte und Geschäftsmodelle gestärkt werden. Hier sind u. a. Studiengänge wie BWL, Produktdesign. Chemie, Ingenieurswissenschaften, Materialwissenschaften, Sicherheitsingenieure, Anlagenbau und handwerkliche Ausbildung etc. zu nennen.

Regulatorische Maßnahmen / Produktstandards setzen

Regulatorische Maßnahmen auf EU-Ebene: Eine anspruchsvolle, ambitionierte und zügige Weiterentwicklung der Produktverordnungen im Rahmen der Ökodesign-Richtlinie und der Ökodesign-Verordnung, insbesondere im Hinblick auf Materialeffizienzaspekte, möglichst Schadstofffreiheit, Haltbarkeit und Langlebigkeit, Reparierbarkeit, Wiederaufbereitbarkeit, Recyclingfähigkeit und den verstärkten Einsatz von Rezyklaten. Dabei liegt der Fokus darauf, die Regulierungen in diesen Bereichen zu verbessern und gleichzeitig sicherzustellen, dass die Vorschriften praxistauglich und umsetzbar sind und den fairen Wettbewerb nicht behindern.

Digitaler Produktpass: Die Entwicklung und Einführung digitaler Produktpässe und die dafür notwendigen Voraussetzungen in Verfügbarkeit, Weitergabe und Sicherheit von Daten und Unterstützung von Unternehmen auch bei der Umsetzung und Wahrung des Prinzips der Datensparsamkeit.

Zirkularität von freiwillige Produktstandards durch Nachhaltigkeits- und Umweltzeichen fördern: Dazu sollen insbesondere beim Umweltzeichen Blauer Engel bei der Auswahl neuer Produktgruppen und der Überarbeitung bestehender Produktgruppen und den dort definierten ökologischen Produktstandards die Materialeffizienzaspekte ausgedehnt werden.

Forschungsförderung

Weiterentwicklung technischer Lösungen und Designansätze: der Analyse der zugehörigen Einflussfaktoren auf deren Langlebigkeit und möglicher Zielkonflikte.

3.3 Nachhaltiger Konsum und Handel

3.3.1 Status Quo

Ein bis vor einigen Jahrzehnten noch üblicher Umgang mit Rohstoffen durch lange Nutzung von Produkten, Pflege, Reparaturen und Wiederverwendung ist in den letzten Jahrzehnten mehr und mehr einer linearen Wirtschaftsweise mit hohem Abfallaufkommen gewichen. In Industrie- und

Schwellenländern haben sich heute überwiegend besonders ressourcenintensive Lebensstile durchgesetzt, die durch einen schnellen Durchsatz einer Vielzahl an Konsumgütern (z.B. Elektronikgeräte, Möbel, Bekleidung) mit entsprechend gesteigertem Abfallaufkommen.

Vorhandene Angebote, Preise, konsumsteigernde Methoden der Anbieter und einfache Verfügbarkeit beeinflussen den Konsum genauso wie Moden und Konventionen. Das Internet ermöglicht Verbraucherinnen und Verbrauchern, sich einfach und schnell über Produkte und Dienstleistungen zu informieren und auch nachhaltigkeitsrelevante Aspekte zu recherchieren. Der Einzelhandel bzw. Onlinehandel bildet dabei eine wichtige Schnittstelle zwischen Herstellern und Verbraucherinnen und Verbrauchern. Bei beiden Handelswegen gibt es deutliches Optimierungspotenzial in Angebot und Darstellung nachhaltiger Produkte wie bei den Umweltwirkungen von (Versand-)Verpackungen, Transporten, dem Umgang mit nicht verkaufter Ware und im Onlinehandel dem Aufkommen an Retouren. Der zunehmende Direktvertrieb über Onlineplattformen (Manufacturer-to-Consumer-Modelle) schafft neue Herausforderungen auch im Bereich des Verbraucherschutzes und für die Marktüberwachung.

3.3.2 Ziele

Auf Grundlage der in Kapitel 1.3 dargestellten Vision einer umfassenden Kreislaufwirtschaft für das Jahr 2045 und als Ergänzung des Leitbildes und der übergeordneten Ziele, die in Kapitel 2 formuliert werden, gelten für dieses Handlungsfeld zusätzlich die folgenden Ziele:

- Der **konsumbezogene Treibhausgasausstoß** pro Person, der aktuell bei jährlich 10,35 Tonnen liegt, soll bis 2030 gegenüber 2010 um mindestens 50 Prozent gemindert werden (Nationales Programm für nachhaltigen Konsum, Beschluss 2021)[50].

- Der **Rohstoffeinsatz für den Konsum privater Haushalte**, der im Konsumindikator der Deutschen Nachhaltigkeitsstrategie (12.1.ba) abgebildet wird[51], soll bis zum Jahr 2030 kontinuierlich im Vergleich zum Jahr 2010 gemindert werden.

- Der **Marktanteil umweltfreundlicher Produkte** mit glaubwürdigem Umweltsiegel (Indikator 12.1.a der Deutschen Nachhaltigkeitsstrategie) soll bis zum Jahr 2030 auf mindestens 34 Prozent steigen, 2022 lag der Anteil bei 13,9 Prozent.

- **Stärkung der Reparaturbetriebe**, Zahl der Beschäftigten und des Umsatzes werden erhöht.

3.3.3 Maßnahmen

Damit unser Konsum weniger Ressourcen beansprucht und Teil einer umfassenden Kreislaufwirtschaft wird, ist es notwendig, dass sowohl die politischen Rahmenbedingungen geeignete Anreize und Leitplanken setzen als auch freiwilliges ressourcenschonendes Verhalten erleichtert wird und nachhaltig agierende Pioniere in Wirtschaft und Zivilgesellschaft gefördert werden.

Maßnahmen zur Förderung von Reparatur, zur Stärkung von Umweltzeichen, zur Steigerung der Transparenz bei Umweltaussagen sowie für Ressourcenschonung im Onlinehandel sind dabei von zentraler Bedeutung:

Zur Erreichung der Ziele sind auf Bundes- oder EU-Ebene u.a. die folgenden Maßnahmen erforderlich:

Stärkung von Umweltzeichen und der Transparenz bei Umweltaussagen

Den Konsum materialeffizienter Produkte (lange haltbar, leicht zu reparieren oder wiederaufbereiten, unter Zusatz von Rezyklaten und recycelbar hergestellt) durch geeignete Produktkennzeichnung und Nachhaltigkeitssiegel erleichtern.

- **Blauen Engel hinsichtlich der Ressourcenschonung weiterentwickeln:** Im Produktportfolio des Blauen Engels sind bereits einige Qualitätskriterien mit klarer Ausrichtung auf Ressourcenschutz zu finden, wie Recyclingpapier, Produkte aus Recyclingkunststoff, Mehrwegverpackungen, Mehrwegbechersysteme oder auch Carsharing. Das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) erweitert das Portfolio des Blauen Engels stetig und veröffentlicht neue Qualitätsvorgaben bzw. Vergabekriterien: zum Beispiel für Catering und Kantinenbetrieb, Recyclingbeton und Papiertragetaschen.

- **Berücksichtigung Umweltzeichen für ressourceneffiziente Software:** Ressourceneffiziente Software nimmt weniger Hardware-Kapazitäten in Anspruch, verringert den Energieverbrauch und verlängert die Nutzungsdauer von Hardware. Bei der Beauftragung der Entwicklung von Softwareprodukten durch die öffentliche Hand sollen die Vergabekriterien des Umweltzeichens Blauer Engel für „Ressourcen- und energieeffiziente Softwareprodukte“ (DE-UZ 215) angewandt werden.

- Das **Siegelvergleichsportal „Siegelklarheit“** [52] der Bundesregierung zur Erkennung guter und vertrauenswürdiger Nachhaltigkeits- und Umweltzeichen wird auf weitere Produktgruppen – auch hinsichtlich deren Zirkulärität - ausgeweitet und regelmäßig aktualisiert. Gleiches gilt für die zugrundeliegende - von der Bundesregierung geförderte - internationale Datenbank des Internationalen Handelszentrums der WTO/ UNCTAD (International Trade Centre – ITC) „*Sustainability Standards Map*“, die u.a. zudem auch „business-to-business“-Standards umfasst.

Förderung von Reparaturen

Neben den unterstützenden ökonomischen Instrumenten sollen die administrativen, technischen und logistischen Hürden bei Reparaturen – sowohl für Verbraucherinnen und Verbraucher als auch für herstellerunabhängige Reparateure – verringert werden.

Für ein europaweites Recht auf Reparatur schafft die neue EU-Richtlinie zum „Right to Repair“ einen neuen und zukunftsweisenden Rahmen. Diesen Rahmen gilt es, national und gemeinsam mit unseren europäischen Partnerinnen und Partnern auszufüllen und wirksam umzusetzen. Dazu gehören auch flankierende Maßnahmen auf nationaler Ebene, die auf eine Stärkung des Rechts auf Reparatur für Verbraucherinnen und Verbraucher und Reparateure durch Instrumente zur Erleichterung der Reparatur und zur Verbesserung des Angebots abzielen. Flankierende Maßnahmen sind:

- **Förderprogramm:** Die Bundesregierung hat das Förderprogramm „Reparieren statt Wegwerfen“ auf den Weg gebracht, mit dem ein Bewusstseinswandel und die Abkehr von der Wegwerfgesellschaft unterstützt werden soll. In einem ersten Schritt werden Repair Cafés und andere ehrenamtliche Initiativen gefördert. Damit soll Verbraucherinnen und Verbrauchern die eigene Reparatur von Geräten ermöglicht werden. Sie werden somit dabei unterstützt, diese länger zu nutzen. Das Förderprogramm für die Reparaturinfrastruktur ist im Jahr 2024 gestartet und reicht nach Planungen bis ins Jahr 2028.

- **Sicherstellung des Zugangs von Reparateuren zu Ersatzteilen in Deutschland:** Das Instrument soll helfen, einen unbürokratischen und diskriminierungsfreien Zugang zu Reparatur- und Wartungsinformationen, Werkzeugen und Ersatzteilen für Reparateure (d.h. Reparaturbetriebe, fachkundige Einzelpersonen, aber auch Reparatur-Initiativen wie z.B. Repair Cafés) zu ermöglichen. Es ist zu prüfen, inwieweit mit einer neuen gesetzlichen Regelung der Zugang von Reparateuren zu den Ersatzteilen erleichtert werden kann. Ziel ist, dass kein Reparateur von der Ersatzteillieferung der Hersteller ausgeschlossen wird. Die Lieferung von Ersatzteilen soll so reibungslos, unbürokratisch und schnell wie möglich erfolgen, um die Reparatur von Produkten zu erleichtern.

- **Prüfung geeigneter Förderinstrumente für Reparaturen** in welchen Umfang ggf. Förderinstrumente für Reparaturen dazu beitragen können, die Lebensdauer von Geräten zu verlängern und dabei unterschiedliche Finanzierungsmodelle in Betracht ziehen. Daneben sollen öffentlichkeitswirksame Maßnahmen gefördert werden, um Verbraucherinnen und Verbraucher für das Thema „Längere Nutzung von Produkten“ zu sensibilisieren.

Verringerung negativer Umweltauswirkungen des Online-Handels

Der Umsatz im Online-Handel ist in den letzten Jahren stark gestiegen mit zum Teil negativen Auswirkungen auf die Umwelt.

Umweltschutz im Online-Handel: In Zusammenarbeit mit allen relevanten Akteurinnen und Akteuren des Online-Handels sollen notwendige Maßnahmen zum nachhaltigen Konsum und zur Reduktion der Umweltauswirkungen des Online-Handels gemeinsam erarbeitet und im Online-Handel umgesetzt werden. Als notwendige konkrete Maßnahmen kommen u. a. in Betracht, die Senkung der Retourenquote, eine verbesserte Kennzeichnung von Produkten und eine veränderte Versandverpackungspraxis inklusive Mehrwegverpackungen.

3.4 Normung

3.4.1 Status Quo

Ambitionierte europäische und internationale Normen können wichtige Impulse für eine zirkuläre Wirtschaftsweise setzen. Angesichts der globalen Vernetzung der Wertschöpfungsketten und der Exportorientierung der deutschen Industrie kommt neben der nationalen Normung auch der Normensetzung auf europäischer und internationaler Ebene eine hohe Bedeutung zu. Das kürzlich

eingerichtete Deutsche Strategieforum beim Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) soll Normungsthemen und -projekte mit strategischer Relevanz für die deutsche Wirtschaft und Wettbewerbsfähigkeit in Zukunftsfeldern identifizieren und insbesondere in diesen Feldern zu einer starken Beteiligung deutscher Expertinnen und Experten in europäischen und internationalen Normungsgremien beitragen. Das Strategieforum spiegelt zudem das im Rahmen der EU-Normungsstrategie eingerichtete High-Level-Forum.

Die Normungsroadmap CIRCULAR ECONOMY[53], welche das DIN, die Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik (DKE) und der Verein Deutscher Ingenieure e. V. (VDI) mit Expertinnen und Experten aus Wirtschaft, Wissenschaft, Politik und Zivilgesellschaft entwickelt haben, zeigt den bestehenden Normungsbedarf auf. Dabei orientieren sich die Schwerpunkte an den Fokusthemen des Circular Economy Action Plans der EU: Digitalisierung, Geschäftsmodelle und Management, Elektrotechnik und IKT, Batterien, Verpackungen, Kunststoffe, Textilien, Bauwerke und Kommunen. Außerdem formuliert die Strategie Handlungsbedarfe für fünf Querschnittsthemen: Nachhaltigkeitsbewertung, Lebensdauerverlängerung, Digitaler Produktpass, Ende der Abfalleigenschaft und Recyclingfähigkeit. Folgende Aspekte sollten bei der Normung berücksichtigt werden:

- Technische Standards für ein „Design-4-Circularity“ auf Material-, Produkt- und Prozessebene, insbesondere in Bezug auf Wiederverwendbarkeit/Mehrwegsysteme, Reparierbarkeit, Wiederaufbereitbarkeit, Lebensdauer, Recyclingfähigkeit und Einsatz möglichst schadstofffreier Sekundärrohstoffe,
- Qualitätsstandards für einen skalierbaren Einsatz von Sekundärrohstoffen,
- Technische Standards für das Abfallmanagement,
- Technische Standards für die Bereitstellung und den Austausch digitaler Daten nach dem Prinzip der Datensparsamkeit (z.B. Digitaler Produktpass),
- Umwelt- und Nachhaltigkeitsbewertungen von Produkten und Prozessen sowie Verbraucherinformation.

3.4.2 Ziele

Auf Grundlage der in Kapitel 1.3 dargestellten Vision einer umfassenden Kreislaufwirtschaft für das Jahr 2045 und als Ergänzung des Leitbildes und der übergeordneten Ziele, die in Kapitel 2 formuliert werden, gelten für dieses Handlungsfeld zusätzlich das folgende Ziel:

Normungsarbeit soll von Beginn an europäisch und international gedacht werden, um den Aufbau von Handelshemmnissen, die im Kontext einer ungleichen Transformation hin zu einer Circular Economy entstehen können, zu verhindern[54].

3.4.3 Maßnahmen

Umsetzung der Normungsroadmap CIRCULAR ECONOMY

Mit der vom BMUV geförderten Normungsroadmap CIRCULAR ECONOMY wurden in einem groß angelegten Stakeholder-Beteiligungsprozess 221 Normungsbedarfe identifiziert. Die Umsetzung dieser Bedarfe treiben die technischen Regelsetzer DIN, DKE und VDI seit 2023 konsequent voran. Es ist mit einer Umsetzungszeit von 2-5 Jahren zu rechnen. Das BMUV und das BMWK unterstützen das Projekt.

Exemplarisch werden einige wichtige Themen nachfolgend aufgeführt:

- **Digitaler Produktpass (DPP):** Technische Normen und Standards unterstützen die weitere Entwicklung des Digitalen Produktpasses. Die EU-Kommission hat den europäischen Normungsorganisationen bereits den Auftrag erteilt, die Entwicklung von Normen für ein harmonisiertes DPP-System bis zum Ende 2025 voranzutreiben. Darin werden horizontale Themen, wie beispielsweise die Verwaltung von Zugriffsrechten, die Interoperabilität sowie Formate und Datenverarbeitung adressiert. Neben dieser aktuell in Erarbeitung befindlichen horizontalen Struktur des DPP gibt es im Kontext der Circular Economy zahlreiche sektorspezifische Normungsthemen, die kurz- bis mittelfristig auf europäischer Ebene bearbeitet werden sollten. Zu nennen sind hier die Definition von standardisierten Strukturen von lebenszyklusrelevanten Daten, aus dem Kunststoffbereich eine einheitliche Bereitstellung von recyclingrelevanten Informationen (z.B. Rezyklatgehalt gemäß genormter Berechnungsmethode, Schadstoffe) sowie aus dem Textilbereich eine Datenbasis zur Pflege-, Trenn- und Recyclingfähigkeit für Materialauswahl und -einsatz. Die Bundesregierung setzt sich dafür ein, dass die Perspektive von Akteurinnen und Akteuren aus dem **„globalen Süden**“, insbesondere von KMU, stärker im Prozess berücksichtigt wird stärker im Prozess berücksichtigt werden. (vgl. auch Kap. 6)

- **Design 4 Circularity:** Im Zuge eines Normungsauftrags der Europäischen Kommission zur Umsetzung der Ökodesign-Richtlinie 2009/125/EG werden bereits erste Normen für Produkte entwickelt, wie z.B. im Bereich Elektrotechnik bis 2024. Weitere sektorspezifische Normen und Standards auf Material-, Produkt- und Prozessebene sollten kurz- bis mittelfristig mit deutscher Beteiligung erarbeitet werden. Hier spielen insbesondere die Bewertung von Recyclingfähigkeit und Verwertbarkeit, Reparier-, Wiederverwendbarkeit, Funktionsbeständigkeit und die Möglichkeit zum Upgrade und zur Wiederaufarbeitung sowie die Bewertung des Anteils an wiederverwendeten Komponenten und des Anteils an recyceltem Material eine essenzielle Rolle.

- **Nachhaltigkeitsbewertungen von Produkten und Prozessen:** Um eine Bewertung der Nachhaltigkeit von Produkten und Prozessen zu ermöglichen, sollten kurzfristig messbare Indikatoren im Rahmen von Normungsprozessen definiert werden. Dabei sind alle relevanten Aspekte wie Lieferketten, Design, Produktion, Produktnutzung, Reparierbarkeit und „End of Life“ zu berücksichtigen. Anhaltspunkte gibt auch der Entwurf eines Bewertungsrahmens „safe and sustainable by design“ der Europäischen Kommission.

- **Zirkuläre Bauwirtschaft:** Im Fokus der Erarbeitung auf europäischer Ebene stehen aktuell Normen und Standards, die bis ca. 2026 allgemeine Rahmenbedingungen und Begriffe des zirkulären Bauens und bis ca. 2027 die Themen Rückbau und Wiederverwendung/-verwertung (Sekundärrohstoffnutzung), Zirkularitätsbewertung von Gebäuden sowie den digitalen Gebäuderessourcenpass definieren.

- **Zirkularität bei Textilien:** Im Bereich der Textilien sollen im Einklang mit den Ökodesign-Anforderungen kurz- bis mittelfristig Qualitätsnormen erarbeitet werden. Dabei spielen Themen wie die Definition von Langlebigkeit für die einzelnen Produktgruppen (Langlebigkeitsindex), die Messung bzw. Ermittlung von Verbrauchsdaten und Produktbestandteilen sowie die Bewertung von Textilabfällen und deren Rezyklate eine übergeordnete Rolle.

- **Mehrwegverpackungen:** Zur Unterstützung der Umsetzung der Mehrwegangebotspflicht sind konkretisierende Normen und Standards notwendig. Kurzfristig sollten Normungsprojekte angestoßen werden, die z.B. Hygiene- und Qualitätsstandards für Unverpackt- und Mehrweglösungen definieren sowie standardisierte Anforderungen an Eigenschaften zur Kompatibilität von Mehrwegverpackungen bei der Rücknahme, Rückführung und Wiederaufbereitung beschreiben.

Normencheck

Beteiligung an europäischen und internationalen Normungsprozessen

Über die Normung sind frühzeitig nationale Interessen und Impulse in die technische Umsetzung der aktuellen europäischen Gesetzgebung einzubringen. Dies bezieht sich beispielsweise auf die Ökodesign-Verordnung und die Richtlinie zum Recht auf Reparatur („Right to Repair“).

Der Einsatz für den – strategischen – Ausbau der Beteiligung deutscher Expertinnen und Experten an europäischen und vor allem auch internationalen Normungsprozessen ist erforderlich, insbesondere hinsichtlich der Normenprozesse, die für eine Transformation zu einem zirkulären Wirtschaften von zentraler Bedeutung sind. Die Einbeziehung der Perspektive unserer Partner im „globalen Süden“ sowie KMU und Nichtregierungsorganisationen ist dabei zu berücksichtigen.

Horizontale Normungsbedarfe werden in den im Jahr 2023 neu gegründeten branchen- und sektorunabhängigen Gremien wie dem CEN/TC 473 Circular Economy oder dem CEN/CLC/JTC 24 Digitaler Produktpass sowie dem bereits bestehenden ISO/TC 323 Circular Economy erarbeitet.

3.5 Ökonomische Instrumente und Finanzierung

3.5.1 Status Quo

Die bislang unzureichende Kreislaufführung ist unter anderem auf Preissignale zurückzuführen, die durch die Externalisierung von Umweltkosten verursacht werden. So werden die Kosten von Umweltbelastungen bei der Gewinnung und Verarbeitung von Rohstoffen oder der Entsorgung von

Abfällen ausgelagert und nicht in den Produktpreisen widergespiegelt. Natürliche Ressourcen werden dadurch übernutzt und es entstehen mehr Abfälle, als es im Sinne der gesamtgesellschaftlichen Wohlfahrt, des Klimas und der Umwelt tragfähig wäre.

Mit ökonomischen Instrumenten können zirkuläre Konsum- und Produktionsmuster marktkonform angereizt und entsprechende Investitionen gefördert werden. Entsprechend beinhaltet auch der Aktionsplan Kreislaufwirtschaft der Europäischen Kommission das explizite Ziel der Förderung ökonomischer Anreizinstrumente[55].

Mit Blick auf den Status Quo ist der Anteil umweltbezogener Steuern am gesamten Steueraufkommen in Deutschland von 12,2 Prozent in 2005 auf 7,6 Prozent in 2021 gesunken. Insgesamt erreichte ihr Aufkommen 2021 einen Betrag von 68,2 Milliarden Euro.[56] Auch im europäischen Vergleich lag der Anteil der umweltbezogenen Steuern am BIP in Deutschland 2021 mit 1,8 Prozent unter dem EU-Durchschnitt von 2,24 Prozent[57]. Der Schwerpunkt liegt dabei auf der Bepreisung von CO_2-Emissionen, womit auch Anreize für den effizienteren Ressourceneinsatz bzw. die Verwendung von Rezyklat gesetzt werden.

Finanzierungsinstrumente sind ebenfalls Treiber der Transformation zur Kreislaufwirtschaft mit neuen Technologien, Produkten und Geschäftsmodellen. Ziel der NKWS ist es, die Kreislaufwirtschaft auf ein „Level Playing Field“ mit der derzeitigen linearen Wirtschaftsweise zu bringen. Bei der Transformation in Richtung Kreislaufwirtschaft geht es darum, Finanzierungsinstrumente und ökonomische Instrumente zu kombinieren, um beispielsweise den Anteil der Sekundärrohstoffe am Gesamtrohstoffverbrauch sukzessive zu erhöhen, und gleichzeitig die Kosten für die Bereitstellung von Sekundärrohstoffen weiter zu reduzieren und die Qualität zu steigern[58]. Die Deutsche Sustainable Finance-Strategie verfolgt bereits das Ziel, die Kreislaufwirtschaft zu unterstützen[59]. Auf europäischer Ebene hat die Europäische Kommission im Rahmen der Taxonomie für nachhaltige Aktivitäten Kriterien für Investitionen in die Kreislaufwirtschaft entwickelt.

Bisher steht auf Bundesebene die Forschungsförderung im Vordergrund, jedoch fehlen Instrumente, um öffentliche und private Mittel zu kanalisieren und Angebote von zirkulären Ressourcen, Produkten und Geschäftsmodellen zu skalieren. Ziel der Bundesregierung sollte es daher sein, Förderprogramme und Finanzierungsinstrumente so auszugestalten, dass sie Synergien mit Blick auf das Erreichen der in der NKWS beschriebenen ökonomischen, umweltpolitischen und sozialen Ziele freisetzen. Dazu baut die Entwicklung von Instrumenten zur Umsetzung der NKWS auf Erfahrungswissen mit der Konditionierung von Fördermitteln auf. Zudem besteht erheblicher Forschungsbedarf zum Investmentumfang des privaten Kapitalmarkts in der Kreislaufwirtschaft. Regelmäßig und systematisch erfasste Daten zur Entwicklung der jährlichen privaten Investitionen gibt es zurzeit nur zum Recycling. Laut Eurostat standen in Deutschland nur 0,9 Prozent der privaten Investitionen und Bruttowertschöpfung im Zusammenhang mit Sektoren der Kreislaufwirtschaft[60].

Bestehende Marktunvollkommenheiten führen zu reduzierten Investitionsrenditen oder erhöhten Risiken für Unternehmen, die in der Kreislaufwirtschaft tätig sind. Zu den spezifischen Unvollkommenheiten gehören die bereits genannten nicht eingepreisten positiven Externalitäten in zirkulären und negativen Externalitäten in linearen Geschäftsmodellen. Auch Informationsmangel ist ein Hindernis, da es an ausreichenden Daten, vorausschauendem Reporting und geeigneten Methoden zur

Bewertung von Auswirkungen der Kreislaufwirtschaft, beispielsweise von Produkt-Service-Systemen mangelt[61]. Zudem bestehen für Unternehmen, die in der Kreislaufwirtschaft tätig werden wollen, oft Markteintrittsbarrieren, die vor allem fehlenden finanziellen Mitteln, komplexen gesetzlichen Vorgaben, aber auch fehlenden logistischen Infrastrukturen und Vertriebspartnern geschuldet sind.

Zudem erfordern Investitionen in die Umstellung auf kreislaufwirtschaftliche Infrastrukturen hohe Anfangskosten. So fehlt es vor allem bei KMU an finanziellen Ressourcen. Außerdem mangelt es am Einsatz finanzieller Instrumente zur Risikoverteilung, wie z.B. Green Bonds[62].

3.5.2 Ziele

Ziel der Bundesregierung sollte sein, möglichst marktkonforme Anreize für die Transformation zur Kreislaufwirtschaft zu setzen. Durch die Schaffung eines „Level Playing Fields“[63] sollen Anreize für Unternehmen geschaffen werden, aus wirtschaftlichem Interesse in zirkuläre Prozesse, Produkte und Dienstleistungen zu investieren. Das auf Gefahrenabwehr ausgerichtete und damit stark ordnungsrechtlich dominierte Abfallrecht soll durch ökonomische Instrumente ergänzt werden, die eine Skalierung zirkulärer Geschäftsmodelle ermöglichen: Abfall soll nicht nur sicher entsorgt, sondern noch stärker als potentieller Sekundärrohstoff betrachtetet werden. Über entsprechende Preissignale sollen auch für die Verbraucherinnen und Verbraucher Anreize für einen zirkulär ausgerichteten Konsum entstehen, bspw. für langlebigere Produkte. Die Ausgestaltung und Umsetzung ökonomischer Instrumente sollen sich daher an folgenden Grundsätzen orientieren:

- **Preise sollen mehr als bisher die externen Effekte (Externalitäten) abbilden:** Umwelt- und Klimakosten der Gewinnung, Nutzung und Entsorgung von Rohstoffen sollen in den Marktpreisen mehr als bisher berücksichtigt werden. Dadurch werden Ressourcen effizienter als derzeit allokiert. Hierzu wurde bereits in einem ersten Schritt das europäische Emissionshandelssystem eingeführt. Da dieser aber beispielsweise in der Industrie nicht auf die stoffliche Nutzung von fossilen Primärrohstoffen wirkt, gibt es bisher wenig Preissignale, die eine Reduktion des Einsatzes von fossilen Primärrohstoffen anreizen. Ein Schattenpreis zur Monetarisierung von Klima- und Umweltwirkungen soll zudem auf nationaler Ebene bspw. im Bau- und Gebäudebereich bei der öffentlichen Vergabe berücksichtigt werden (vgl. Kap. 4.8.4).

- **Ökonomische Anreize müssen den globalen Wettbewerb berücksichtigen:** Die Adressierung von Umweltkosten darf nicht zu einer Benachteiligung inländischer Marktakteure führen. Die Verlagerung von Produktionsprozessen führt zur Umgehung solcher Maßnahmen und damit zu keinerlei positiven Umwelteffekten. Grenzausgleichsmechanismen auf europäischer Ebene (analog *Carbon Border Adjustment Mechanism*) werden geprüft.

- **Unterschiedliche (ökonomische) Instrumente müssen sinnvoll aufeinander abgestimmt werden:** Mit Blick auf die Berücksichtigung von Klima- und Umweltkosten bei den Marktpreisen, sind sowohl Unternehmen als auch Verbraucherinnen und Verbraucher gleichermaßen betroffen. Es bedarf daher einer konsistenten Abstimmung der verschiedenen Instrumente. Eine Abstimmung und Verzahnung mit sozialpolitischen Ausgleichsmaßnahmen ist zudem sicherzustellen.

- **Zirkularität als Kriterium in Förderprogrammen:** Wie bereits beim Klimaschutz teilweise geschehen, sollte das Ziel der Zirkularität zukünftig ein grundlegendes Kriterium in dafür geeigneten Förderprogrammen darstellen.

3.5.3 Maßnahmen

Zur Erreichung der Ziele sind auf Bundes- oder EU-Ebene u.a. die folgenden Maßnahmen erforderlich:

Die NKWS soll im Einklang mit der Deutschen Sustainable Finance-Strategie dazu beitragen, private Investitionen von einer linearen Wirtschaft in Richtung einer zirkulären Wertschöpfung zu mobilisieren. Dazu sollen folgende Schritte unternommen werden:

- **Finanzierung des Übergangs durch gezielten Einsatz öffentlicher Mittel, um vermehrt private Investitionen in die Kreislaufwirtschaft zu mobilisieren:** Die Transformation erfordert in der Kreislaufwirtschaft erhebliche finanzielle Investitionen. Diese müssen im Kern mehrheitlich durch private Investitionen geleistet werden; öffentliche Mittel können nur anschieben, anreizen und flankieren. Es sollten öffentlich-private Partnerschaften erwogen werden, um finanzielle Mittel risikominimiert für den Übergang zur Kreislaufwirtschaft zu generieren. Vorrangig gilt es aber, Sustainable Finance weiter ambitioniert voranzutreiben.

- **Stärkung von Transparenz, Risikomanagement und Berichterstattung:** Das Risikomanagement von Finanzmarkt- und Unternehmensakteuren ist auf Transparenz der Finanzmärkte angewiesen. Es sollen deshalb praxisorientierte digitale Lösungen zur Umsetzung der europäischen Berichtspflichten unterstützt werden, die gleichzeitig den Bürokratieaufwand reduzieren (bspw. Weiterentwicklung des Deutschen Nachhaltigkeitskodexes und Aufbau der zugehörigen IT-Infrastruktur).

- Auf **EU-Ebene** sollte eine **flächendeckende Aufnahme der thermischen Abfallverwertung in den EU-Emissionshandel** erfolgen.

Im Rahmen der NKWS sollen darüber hinaus die folgenden konkreten Maßnahmen verfolgt werden, um über ökonomische Instrumente und Finanzierungsinstrumente Anreize für eine beschleunigte Transformation in Richtung einer Kreislaufwirtschaft zu setzen. Im Fall der Finanzierungsinstrumente ist mit Blick auf den gemeinsamen Binnenmarkt die Abstimmung auf europäischer Ebene von besonderer Bedeutung. Handlungsfeldspezifische Förderprogramme werden in den jeweiligen Kapiteln adressiert. Geeignete bestehende Förderprogramme sollen dahingehend geprüft werden, ob und wie eine grundsätzliche Öffnung in Richtung Kreislaufwirtschaft sinnvoll und umsetzbar erscheint.

Rohstofffonds aufsetzen

Die Bundesregierung hat die KfW beauftragt einen Rohstofffonds aufzusetzen, um innovative und nachhaltige Rohstoffprojekte im Ausland wie im Inland zu unterstützten. Dabei kann es um die Gewinnung, die Weiterverarbeitung und das Recycling von kritischen Rohstoffen gehen. Die Bundesregierung will die Abhängigkeit von kritischen Rohstoffen verringern. Diese sind von besonderer

Bedeutung für die notwendigen Technologien und Anwendungen der grünen und digitalen Transformation sowie für die Luft- und Raumfahrt, Sicherheit und Verteidigung. Der Rohstofffonds soll die diversifizierte Finanzierung von Projekten entlang der gesamten Wertschöpfungskette kritischer mineralischer Rohstoffe sichern. Die Rohstoffe sollten dabei kritisch sein im Sinne des Critical Raw Material Act (CRMA).

Der Rohstofffonds unterscheidet sich maßgeblich von vorhandenen Förderinstrumenten, indem er die Möglichkeit diversifizierter Finanzierungen, insb. mit Eigenkapitalinstrumenten, schafft und so über die KfW die indirekte Beteiligung des Bundes an strategischen Rohstoffprojekten ermöglicht. Es werden damit keine Zuschüsse für einzelne Projekte gewährt werden, sondern der Bund beteiligt sich indirekt über die KfW als Anteilseigner an entsprechenden Projekten.

Beobachtungen zeigen, dass selbst nach einer erfolgreichen Explorationsphase von Rohstoffen Banken häufig sehr zurückhaltend sind, sich in diesem Bereich mit eher langfristigen Investitionen zu engagieren. Ähnliches gilt für Investitionen in Recyclingverfahren und -anlagen, insbesondere dann, wenn es sich um neue, noch wenig etablierte Verfahren handelt. Viele Verfahren, die der Bund z.B. in Form von Forschung und Entwicklungsprogrammen zuvor finanziert hat, erreichen so nie den industriellen Maßstab.

Hier wird der Rohstofffonds unterstützen, indem der Bund als Anteilseigner insbesondere in der Anfangsphase die Bonität des Unternehmens oder Projekts erhöhen und eine Finanzierung über den freien Kapitalmarkt ermöglicht und erleichtert. So lassen sich über eine Bundesbeteiligung private Investitionen hebeln. Der Fonds zur Unterstützung der Gewinnung, Weiterverarbeitung und dem Recycling strategischer Rohstoffe im In- und Ausland soll einen Beitrag zur Versorgungssicherheit mit kritischen Rohstoffen leisten.

Zugleich braucht es einen übergreifenden ökonomischen Anreiz zur Förderung bestimmter Recyclingtechnologien- und -ansätze. Denn grundlegendes Problem ist, dass einige Recycling-Rohstoffe (bspw. Lithium oder seltene Erden) meist (noch) teurer sind als Primärrohstoffe und Recycling sich daher häufig zurzeit noch nicht lohnt. Der ökonomische Ansatz soll den Wettbewerb um die besten Lösungen fördern. Auch die Weiterverarbeitung muss hier mitgedacht werden, resiliente Lieferketten sollten als Ganzes betrachtet werden, d.h. die Planbarkeit der Anlagen und die Abnahme der Recyclingrohstoffe müssen mit einbezogen werden. Die Bundesregierung erarbeitet Vorschläge für Förderinstrumente, mit denen insbesondere die gesamte Infrastruktur für Recycling gefördert werden soll. Die Förderung soll Unterstützungsleistungen in Form von F&E und ähnlichen Mitteln über die KfW bereitstellen.

Anreizsysteme für eine verbesserte Kreislaufführung

Die Europäische Kommission setzt verstärkt auf das Instrument verpflichtender Mindestrezyklat-einsatzquoten, z.B. im Bau-, Automobil- oder Verpackungsbereich. Hier bedarf es einer Unterstützung von Rezyklateinsatzquoten und den Einsatz für eine Ausweitung z. B. bei Kunststoffen (vgl. Kap. 4.10). In der Praxis ist es für Unternehmen unterschiedlich aufwendig, solche Quoten zu erreichen. Um sie möglichst effizient erreichen zu können, soll auf europäischer Ebene die Umsetzbarkeit und die Vor- und Nachteile der Einführung eines flankierenden Zertifikatehandelssystems geprüft werden. Damit soll es Unternehmen, die Quoten übererfüllen, ermöglicht werden, entsprechende Zertifikate an

Unternehmen zu verkaufen, bei denen die Umstellung auf Sekundärmaterial mit deutlich höheren Kosten verbunden wäre. Zentral wird hier die Festlegung klarer Rahmenbedingungen sein, damit „Greenwashing“ und ein „Freikaufen“ finanzstarker Unternehmen verhindert werden.

Staatliche Anschubfinanzierung zur Rückgewinnung von kritischen Rohstoffen und Technologiemetallen

Qualitativ hochwertiges Recycling und die Rückgewinnung speziell kritischer Rohstoffe ist für Unternehmen nur wirtschaftlich, wenn möglichst viele Inhaltsstoffe bspw. eines Elektro-Altgeräts mit hohen Ausbeuten und in marktfähiger Qualität zurückgewonnen werden können. Für viele Materialien bestehen bereits leistungsfähige Sortier- und Recyclingtechnologien, u.a. entwickelt in BMBF-Förderprogrammen wie „r4“ zur Bereitstellung wirtschaftsstrategischer Rohstoffe. Für die dafür notwendigen Investitionen sind die Preisentwicklungen jedoch noch zu volatil, auch wenn die resiliente Versorgung von immer mehr Unternehmen als kritischer Faktor eingeschätzt wird. Es soll ein Programm zur staatlichen Anschubfinanzierung für Pilotanlagen und Prozesse zur Rückgewinnung von kritischen Rohstoffen und Technologiemetallen bereitgestellt werden.

Pilotaktionen „Rural Circular Regions“ und Reallabore

Kreislaufwirtschaft bietet Chancen für ländliche Räume. Daher hat die Bundesregierung die Pilotaktion „Rural Circular Regions“ im Rahmen der Territorialen Agenda 2030 ins Leben gerufen und wird fünf deutsche Modellregionen zwischen 2024 und 2027 bei der (Weiter-) Entwicklung von Konzepten und der Umsetzung von Maßnahmen der Kreislaufwirtschaft fördern.[64] Neben der räumlichen (Weiter-) Entwicklung und Umsetzung sollen Kreislaufwirtschafts-Konzepte auch branchenspezifisch gefördert werden. Im Sinne eines modellhaften „Reallabor“-Ansatzes werden die Möglichkeiten, die Kreislaufwirtschaft in komplexen Betrieben, wie z.B. Krankenhäusern, unter Praxisbedingungen erprobt.

Circular Cities and Regions Initiative

Die Circular Cities and Regions Initiative (CCRI) wurde von der EU als Teil des Aktionsplans zur Kreislaufwirtschaft ins Leben gerufen und finanziert. Ihr Schwerpunkt liegt auf der Umsetzung der Kreislaufwirtschaft in den Städten und Regionen Europas.

Zugang zu Finanzierungsmitteln der Transformation zur Kreislaufwirtschaft erleichtern

Die Transformation zur Kreislaufwirtschaft wird erhebliche Investitionen erfordern. Dementsprechend wichtig sind Akteure, Strukturen und Prozesse, die solche Vorhaben finanzieren und dafür das notwendige Know-how entwickeln.

- Zugang zur Finanzierung der Transformation zur Kreislaufwirtschaft bei Förderbanken stärken: Förderbanken sollen zukünftig als Transformationsbanken agieren: Die staatliche Förderbank KfW soll stärker als Innovations- und Investitionsbank sowie als Co-Wagniskapitalgeberin wirken, insbesondere für die Kreislaufwirtschaft, die Finanzierungsinstrumente zugunsten aller R-Strategien nutzt. Die KfW soll in Kooperation mit den Landesförderbanken regionalspezifische Co-Wagniskapital-Instrumente auf- und ausbauen sowie begleiten, um so das Themenfeld der Kreislaufwirtschaft weiter in den Fokus zu nehmen. Die Europäische Investitionsbank (EIB) soll darin bestärkt und aktiv dabei unterstützt, den Übergang zur Kreislaufwirtschaft prioritär zu verfolgen

und ihre Dreifach-Strategie der Finanzierung, Beratung und Sensibilisierung fortzuführen und auszubauen.

- **Förderung von Pilotprojekten:** Die Umsetzung der NKWS soll durch die Förderung von Pilotprojekten beschleunigt werden, wozu im Rahmen einer Plattform für Kreislaufwirtschaft geeignete Koordinierungsstrukturen aufgebaut werden sollen (vgl. Kap. 7.2).

Anreize für private Investitionen in die Kreislaufwirtschaft schaffen

Öffentliche Investitionen in die Kreislaufwirtschaft reichen nicht aus. Der Großteil der notwendigen Investitionen muss durch privates Kapital finanziert werden. Daher ist die Schaffung von Anreizen für private Investitionen in die Kreislaufwirtschaft essentiell. Ein konkretes Handlungsfeld sind dabei Investitionen in neu zu schaffende Infrastrukturen für Sortierung und Recycling, z.B. für ausgediente EE-Anlagen oder Altbatterien.

- **Private Investitionen hebeln:** Über an der „Joint Initiative on Circular Economy“ (JICE)[65] orientierte Instrumente sollen private Investitionen gehebelt werden, indem durch öffentliches Risikokapital das Finanzierungsrisiko reduziert wird (vgl. „Hebelung der Kapitalausstattung des Europäischen Fonds für Strategische Investitionen (EFSI) – Vereinbarkeit mit europäischem Primärrecht“)[66]. Dies ermöglicht zusätzliche private und öffentliche Investitionen in die Kreislaufwirtschaft sowohl im In- als auch im Ausland. Gleichzeitig soll gegenüber privaten Investoren dafür werben werden, Finanzierungsinstrumente und insbesondere Venture Capital Fonds für die Transformation zur Kreislaufwirtschaft aufzulegen.

- **Transformations-Bürgschaften:** Für den Fall unzureichender Sicherheiten bei Kreditaufnahmen für transformative und insbesondere auch zirkuläre Geschäftsmodelle soll der Einsatz von Transformations-Bürgschaften geprüft werden, um ggf. verbleibende Lücken in der Besicherung schließen zu können. Ein solches Instrument würde den Kreditinstituten die Kreditvergabe ggf. erleichtern, insbesondere an mittelständische Unternehmen. Als positiver Nebeneffekt würde die Bürgschaft die erforderliche Eigenkapitalunterlegung eines Kredits auf Seiten des Kreditinstituts ggf. reduzieren. Eine gezielte Unterstützung von Verbriefungen im Kontext von Investitionen in zirkuläre Produkte und Prozesse wird ebenfalls geprüft.

- **Prämien für Zirkularität:** Anreizinstrumente, wie Prämien oder Boni für die gezielte Förderung nachhaltiger Alternativen zu herkömmlichen Produkten (wie z.B. für energieeffiziente Produkte), haben sich in der Vergangenheit bewährt. Entsprechend soll geprüft werden, für welche zirkulären Produkte welche Nachfrageinstrumente für Verbraucherinnen und Verbraucher geeignet sind. Eine Option wären hier Zuschüsse für langlebige oder besonders gut reparierbare Produkte, die wegen leicht höherer Anschaffungskosten speziell von ärmeren Haushalten seltener angeschafft werden, obwohl die Gesamtnutzungskosten langfristig niedriger wären.

Finanzmarktinstrumente weiterentwickeln

Die spezifischen Herausforderungen einer Transformation zur Kreislaufwirtschaft werden auch auf der Finanzierungsseite innovative Instrumente erfordern, die insbesondere die Zeitspanne zwischen Herstellung eines Produkts und seinem Anfall als Abfall als Ausgangspunkt für die potenzielle Gewinnung von Sekundärrohstoffen berücksichtigt. Ansätze dafür könnten z.B. sein:

- **Futures für das Recht auf Recycling:** Entwicklung von Finanzmarkt-Futures, die als handelbares Produkt das Recht für das Recycling von beispielsweise EE-Anlagen wie Wärmepumpen, Photovoltaik-Anlagen und Windenergie-Anlagen zu einem definierten Zeitpunkt in der Zukunft beinhalten. Es ist davon auszugehen, dass solche Rechte in Zukunft monetarisiert werden können, da sich Unternehmen darüber den Zugriff auf knappe bzw. wertvolle Materialien frühzeitig sichern und damit ihre Lieferkette unabhängiger machen können. Zudem würde ein solches Instrument Mittel in Richtung „Design for Circularity" lenken, da sich der Zugriff auf die dort gespeicherten Rohstoffe darüber erleichtern lassen würde. Insbesondere Produktgruppen wie EE-Anlagen oder Altbatterien aus E-Fahrzeugen eignen sich sehr gut für den Futures-Handel, da sie typischerweise sehr lange Betriebsdauern haben und entweder viel Material in einer Anlage binden oder sehr viele gleichartige Produkte im Markt sind. Gleichzeitig ist ein solches Instrument komplex in der Einführung sowie mit Risiken für Anbieter und Nachfrager verbunden. Die Einführung solcher Finanzierungsinstrumente sollte im Dialog mit der Finanzwirtschaft anregen.

- **Circular Impact Bonds:** Ein weiteres Finanzierungsinstrument sind Circular Impact Bonds, auch allgemein bekannt als „pay-for-success bonds". Die Auszahlung der Investitionen erfolgt nur bei Erfolg einer Maßnahme. Eine Ausweitung auf dafür geeignete Handlungsfelder der NKWS soll geprüft werden.

- **Bewertungsmethoden für Zirkularität:** Die Bewertungsmethoden für zirkuläre Geschäftsmodelle und Finanzierungsprojekte sind noch nicht ausreichend entwickelt. Die Entwicklung von Bewertungs- und Ratingmethoden etwa speziell für die Finanzierung von Start-Ups und Investments im mittleren Segment (0,5 bis 10 Millionen EUR), die effektiv zur Förderung der Kreislaufwirtschaft beitragen, sind hervorzuheben. Diese sind insbesondere für KMU interessant, die eine externe Finanzierung benötigen, aber zu klein sind für institutionelle Anleger, die explizit Investments für grüne Fonds suchen. Es soll gemeinsam mit der Finanzwirtschaft eine Weiterentwicklung der Bewertungsmethoden für Zirkularität geprüft werden.

„Globalen Süden" mitdenken

Die Mobilisierung privater Investitionen in eine zirkuläre Wertschöpfung ist nicht nur im europäischen Binnenmarkt von Bedeutung. Im „globalen Süden" fehlen ebenfalls notwendige Rahmenbedingungen, Finanzierungsanreize und Finanzmarktinfrastrukturen, um gezielt Preisanreize zu setzten. Angesichts globaler Wertschöpfungsketten ist ein angemessener Kapazitätsaufbau daher entscheidend. Die Deutschen Sustainable Finance-Strategie sieht dies bereits explizit vor[67] Die oben aufgeführten Maßnahmen sollen vor diesem Hintergrund analog auch für den „globalen Süden" geprüft werden,

damit Partnerländer der Bundesregierung in ihren Bestrebungen bei der Umsetzung von Kreislaufwirtschaftsmaßnahmen gezielt unterstützt werden können.

3.6 Schadstoffausschleusung

3.6.1 Status Quo

Schadstoffeinträge in Luft, Wasser und Böden entlang von Wertschöpfungsketten können umwelt- und gesundheitsschädigende Auswirkungen haben. Zirkuläres Wirtschaften kann diese Auswirkungen grundsätzlich verringern. Gleichzeitig stellt das Ziel der Schließung von Kreisläufen besondere Herausforderungen an die Ausschleusung von Schadstoffen.

Das KrWG legt die Rangfolge von Maßnahmen zur Abfallbewirtschaftung in einer fünfstufigen Hierarchie fest (vgl. Kap. 3.11). Bei der Anwendung der Abfallhierarchie soll der Maßnahme Vorrang eingeräumt werden, die den Schutz des Menschen und der Umwelt am besten gewährleistet. Grundsätzlich besteht eine Pflicht zur Verwertung von Abfällen, sofern die Maßnahme technisch möglich und wirtschaftlich zumutbar ist. Zudem hat die Entsorgung von Abfällen so zu erfolgen, dass eine Gefährdung des Allgemeinwohls nicht zu erwarten ist. Bei der Verwertung ist sicherzustellen, dass keine Schadstoffanreicherung im Wertstoffkreislauf erfolgt.

Eine Herausforderung für die Kreislaufwirtschaft ist die hochwertige Verwertung von Produkten, denen aus funktionellen oder technischen Gründen Stoffe zugesetzt wurden, die risikobehaftet sind. Teilweise werden diese Produkte erst nach längerer Zeit (z. B. einige Jahrzehnte bei Dämmstoffen im Gebäudebereich) zu Abfall, wobei dann oft unklar ist, ob und wie dieser mit Schadstoffen belastet ist. Werden Informationen nicht über den Produktlebensweg mitgeführt, kann die Belastung am Produktlebensende oftmals nur mit aufwändigen Analysen ermittelt werden. Sofern es mit zumutbarem Aufwand nicht ausgeschlossen werden kann, dass Abfälle Schadstoffe enthalten oder mit ihnen verunreinigt sind, sind sie zu beseitigen, um dem Vorsorgeprinzip Rechnung zu tragen. Um Potentiale der Schadstoffausschleusung beim Recycling auszuschöpfen, ist es wichtig, Bewertungsinstrumente für die Abfallwirtschaft weiterzuentwickeln, die sich an den Methoden der Stoffsicherheitsbewertung orientieren. Langfristig gesehen, sollten Stoffe mit bestimmten negativen Eigenschaften gar nicht eingesetzt werden und die Recyclingfähigkeit bereits beim Design stärker berücksichtigt werden.

3.6.2 Ziele

Unter dem „Green Deal“ veröffentlichte die Europäische Kommission auch die Chemikalienstrategie für Nachhaltigkeit sowie den EU-Aktionsplan für Schadstofffreiheit von Luft, Wasser und Boden. Der Brückenschlag gelingt mit dem übergeordneten Ziel der „Stärkung des Kreislaufprinzips in einer schadstofffreien Umwelt“[68]. Zur Umsetzung dieses Ziels hat die EU-Kommission in ihrer Chemikalienstrategie eine Hierarchie der Schadstofffreiheit entwickelt, die eine zentrale Grundlage der NKWS darstellt. Danach soll der Fokus auf der Entwicklung und dem Einsatz nachhaltiger und sicherer chemischer Stoffe liegen nach der Empfehlung der Kommission zur Schaffung eines europäischen Bewertungsrahmens für „inhärent sichere und nachhaltige“ chemische Stoffe und Materialien, der derzeit zusammen mit der Wirtschaft erprobt wird und der in der Zukunft weiterentwickelt werden soll;

gefolgt von der transparenten Überwachung verwendeter chemischer Stoffe und der Beseitigung bedenklicher Stoffe in geeigneten Senken nach dem Stand der Technik. Solche Senken für schadstoffbelastete Abfälle oder in Recyclingprozessen abgetrennten Schadstofffraktionen sind z. B. Siedlungsabfall- und Sonderabfallverbrennungsanlagen, Untertagedeponien, obertägige Deponien sowie chemisch-physikalische Abfallbehandlungsanlagen. Sie sind zur Gewährleistung sauberer Stoffkreisläufe erforderlich, weshalb entsprechende Kapazitäten dafür auch in Zukunft vorzuhalten sind.

Aufgrund der Registrierungspflicht nach der REACH-Verordnung und den Einstufungs- und Kennzeichnungsanforderungen der CLP-Verordnung (Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2008 über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen, englisch: Classification, Labelling, Packaging, CLP) müssen Wirtschaftsbeteiligte Informationen zu Stoffen vorhalten. Darüber hinaus sind Lieferanten nach Artikel 33 der REACH-VO verpflichtet, zu in Erzeugnissen enthaltenen besonders besorgniserregenden Stoffen (englisch Substance of Very High Concern, SVHC) Informationen in der Lieferkette weiterzugeben bzw. Verbraucherinnen und Verbraucher zu informieren. Daneben können in der sog. SCIP-Datenbank nach Artikel 9 Absatz 2 der Abfallrahmenrichtlinie Informationen zu gefährlichen Inhaltsstoffen in Produkten abgerufen werden. Trotzdem ist es erforderlich, die Verfügbarkeit belastbarer Daten für Sekundärrohstoffe weiter zu verbessern, um der Recyclingbranche und den Nutzenden von Sekundärrohstoffen die notwendige Information zu geben.

3.6.3 Maßnahmen

Ausschluss von Schadstoffen in Produkten

Einsatz für den vermehrten Ausschluss von besorgniserregenden Stoffen im Rahmen der Ökodesign-Verordnung, welche negative Auswirkungen auf die Wiederverwendung und das Recycling von Materialien in einem Produkt haben.

Verbesserung des Informationsflusses entlang des Lebenszyklus von Produkten

Die Bundesregierung wird die Etablierung einschlägiger Normen wie bspw. die DIN/TS 51012:2020-04 „Übersichtsanalysen (Screenings) für besonders besorgniserregende Stoffe – Allgemeine Grundlagen, mit CD-ROM“ auf europäischer und internationaler Ebene in einschlägigen Gremien begleiten (EN, ISO, OECD). Die Norm gibt eine erste Orientierung zur Erkennung schadstoffbelasteter Produkte Informationsbedarfe können je nach Material- bzw. Abfallstrom sehr unterschiedlich sein. Informationen, z. B. aus digitalen Produktpässen, können eine weiterreichende Trennung der Materialien bei der Abfallerfassung erleichtern, sodass schadstoffbelastete Produkte leicht separiert und Schadstoffe so aus dem Kreislauf ausgeschleust werden können. Auch der Verbleib von Schadstoffen soll auf diese Weise kontinuierlich nachvollziehbar sein.

Die aktuell verabschiedeten neuen Schadstoffkriterien für Baugewerbe und Immobilien unter der EU-Taxonomie Verordnung[69] können die Initiierung und Etablierung entsprechender technischer Standards unterstützen. In diesem Kontext strebt die Bundesregierung eine Erweiterung[70] und Validierung der DIN/TS 51012:2020-04 an.

3.7 Zirkuläre Bioökonomie und biogene Rohstoffe

3.7.1 Status Quo

Die Nutzung biogener Rohstoffe kann zum Klimaschutz und zum Schutz, nachhaltiger Nutzung und Wiederherstellung von Biodiversität beitragen. Gleichzeitig können biogene Ressourcen nur in begrenztem Umfang produziert werden und es bestehen, auch aufgrund der zunehmenden Substitution fossiler Rohstoffe und Energieträger durch Biomasse, vielfältige Nutzungsmöglichkeiten. Bereits heute wird ein Großteil der in Deutschland weiterverarbeiteten Biomasse importiert. Daher bedarf es geeigneter wirtschaftlicher, politischer und gesellschaftlicher Rahmenbedingungen, um knappe Anbauflächen und Rohstoffströme der effizientesten und produktivsten Nutzung zuzuführen. Derzeit werden auch lebensnotwendige Nährstoffe wie bspw. Phosphor noch zu wenig wiedergewonnen, sodass in manchen Regionen ein Mangel und in anderen ein Überschuss vorherrscht.

Im Rahmen einer nachhaltigen zirkulären Bioökonomie, die schwerpunktmäßig biotechnologische Verfahren und Produkte nutzt, können Vorteile der Substitution fossil-basierter durch bio-basierte Produkte, bspw. in Produkten der chemischen Industrie oder im Bau, mit der Optimierung nachhaltiger Stoffströme etwa durch Kaskadennutzung und Nutzungskopplungen sowie der allgemeinen Reduzierung des Rohstoffbedarfs kombiniert werden. Das ist insbesondere dann erstrebenswert, wenn damit fossile THG- Emissionen eingespart sowie Land- oder Wassernutzung reduziert werden können.

Die Förderung einer effizienten, biobasierten, ressourcenschonenden Kreislaufwirtschaft, ist ein Ziel der **Nationalen Bioökonomiestrategie (NBÖS)**, welche Grundlagen für eine innovative, nachhaltige Bioökonomie in Deutschland legt und in der sich die Bundesregierung zu ihrer globalen Verantwortung in der international vernetzten Bioökonomie bekennt.
Trotz der seit 2015 verpflichtenden Getrenntsammlung von Bioabfällen werden Bioabfälle teilweise noch nicht erfasst und enthalten zudem oftmals zu hohe Verunreinigungen mit Fremdstoffen. Im Rahmen der Erarbeitung einer Neufassung der **Bioabfallverordnung** (BioAbfV) wird daher geprüft, ob Vorgaben zur Konkretisierung bzw. Kriterien der getrennten Sammlung von Bioabfällen festgelegt werden können, um die Menge und die Qualität an getrennt gesammelten Bioabfällen weiter zu steigern. Zudem werden Vorgaben für eine hochwertige bestenfalls mehrmalige stoffliche Verwendung mit abschließender energetischer Verwertung getrennt erfasster Bioabfälle mit stoffstromlenkenden Vorgaben unter Berücksichtigung der Art und Beschaffenheit des Bioabfalls geprüft. Das Rechtsetzungsverfahren ist für die nächste Legislaturperiode avisiert.
Durch die ebenfalls in der nächsten Legislaturperiode geplante Neufassung der **Altholzverordnung** (AltholzV) soll die Kreislaufwirtschaft dahingehend gefördert werden, dass unbehandeltes oder gering behandeltes Holz vorrangig stofflich verwertet werden soll. Die Regelungen der AltholzV sollen an die fünfstufige Abfallhierarchie nach dem KrWG angepasst werden.
Für die Phosphorrückgewinnung aus Klärschlamm soll bis 2026 Investitionssicherheit und eine rechtssichere Finanzierungsmöglichkeit in Abstimmung mit den Ländern, z.B. über Abwassergebühren, sichergestellt werden (vgl. Kap.3.11). Um den Phosphorkreislauf zu schließen, müssen ab 2029 alle phosphorhaltigen Klärschlämme gemäß der Klärschlammverordnung einer Phosphorrückgewinnung

unterzogen werden. Um die fristgerechte Umsetzung der Phosphorrückgewinnung aus Klärschlamm zu unterstützen und Hemmnisse zu überwinden, hat die Bundesregierung einen hochrangigen Branchendialog unter Beteiligung von Ländern und kommunalen Spitzenverbänden initiiert und im August 2024 eine Gemeinsame Erklärung zum Ausbau der Phosphorrückgewinnung aus Klärschlamm veröffentlicht.

3.7.2 Ziele

Auf Grundlage der in Kapitel 1.3 dargestellten Vision einer umfassenden Kreislaufwirtschaft für das Jahr 2045 und als Ergänzung des Leitbildes und der übergeordneten Ziele, die in Kapitel 2 formuliert werden, gelten für dieses Handlungsfeld zusätzlich die folgenden Ziele:

- Biogene und biotechnologisch nutzbare Rohstoffe werden möglichst lange im Kreislauf gehalten und in Nutzungskaskaden möglichst weitgehend wiederverwendet.[71] Die energetische Nutzung erfolgt erst am Ende einer Nutzungskaskade. Dabei gilt es die Biomassenutzung auf Bereiche zu fokussieren, in denen andere Dekarbonisierungsoptionen nicht zur Verfügung stehen. Verfahren zur Kaskadennutzung werden zudem ständig weiterentwickelt.

- Produkte und Verfahren aus dem Bereich der industriellen Bioökonomie werden gezielt gefördert, sodass sie wettbewerbsfähig gegenüber konventionellen Produkten und Verfahren werden.

- Bei der Produktentwicklung wird darauf geachtet, dass sich Produkte leicht reparieren oder recyceln lassen. Auf komplexe Materialverbünde und Gefahrstoffe wird – wenn technisch möglich – verzichtet, sodass die einzelnen Materialien gut getrennt, wiederverwendet und in weiteren Kaskaden genutzt werden

- Die Potentiale biogener Reststoffe aus der primären land- und forstwirtschaftlichen Produktion sollen unter Berücksichtigung des Verbleibs zur Humusproduktion und zum Erhalt von Nährstoffkreisläufen oder sonstigen Ökosystemdienstleistungen durch gezielte Bewirtschaftung optimal genutzt werden[72].

3.7.3 Maßnahmen

Lebensnotwendige Nährstoffe in regionalen Kreisläufen führen und wiedergewinnen

Um die Ziele zu erreichen ist ein nachhaltiger Umgang mit reaktivem Stickstoff erforderlich sowie die Reduktion von Stickstoffemissionen auf ein gesundheits- und umweltverträgliches Maß. Die Wiedergewinnung von Stickstoff in Kläranlagen muss vorangetrieben und mit etablierten Verfahren zur Eliminierung reaktiven Stickstoffs bezüglich der ganzheitlichen Umweltwirkungen verglichen werden.

Des Weiteren erfordert es eine weitere Förderung und den Ausbau von Verfahren zur Phosphorrückgewinnung aus Klärschlamm und Klärschlammaschen.

Biogene Rohstoffe sowie Abfall- und Reststoffe für die Herstellung von Produkt- und Materialalternativen nutzen

Nutzung von F&E-Aktivitäten und Projektförderung und -Skalierung, um die umweltgerechte Erschließung und Nutzung biogener Rohstoffe sowie von Rest- und Abfallstoffen zu fördern. Es sollen (bio-) technologische Lösungen entwickelt werden, diese als Rohstoffe für die Herstellung von Grundstoffen, insbesondere für die chemische Industrie und als biogene Stoffalternativen als Ersatz von fossil-basierten Produkten sowie für neue innovative Produkte einzusetzen. Die Aufbereitung biogener Abfallstoffe wird dabei so konzipiert sein, dass sie bei Bedarf auf sich ändernde Nutzeranforderungen ausgerichtet werden kann. In den Projekten wird das technisch, wirtschaftlich und ökologisch nutzbare Potenzial von Abfall- und Reststoffen abgeschätzt, um mögliche Nutzungskonkurrenzen von Anfang an sichtbar zu machen und zu minimieren.

Indikatoren für eine zirkuläre Bioökonomie entwickeln

Erforderliche Maßnahmen hierfür sind:

- die Diskussion von Bioökonomie und die mit ihrer Implementierung verbundenen Nutzungskonflikte im internationalen Kontext
- die bessere Vernetzung von Akteurinnen und Akteuren
- der Austausch von Erkenntnissen über Maßnahmen und Strategien
- das gemeinsame Voranbringen des Ziels der Etablierung einer nachhaltigen und zirkulären Bioökonomie mit strategisch wichtigen

Ein wichtiger Baustein ist die Messung von Zirkularität biogener Materialien und Produkte anhand relevanter Indikatoren. Denn damit können Entwicklungstendenzen einer zirkulären Bioökonomie auch über längere Zeiträume überblickt, globale Wechselwirkungen und regionale Maßnahmen sowie internationale Kooperationen vorangebracht werden.

Produkte und Verfahren der industriellen Bioökonomie fördern

Projekte der industriellen Bioökonomie, die sich thematisch mit den Bereichen Abfall- und Abwasserwirtschaft sowie Klima- und Immissionsschutz befassen, sollen gefördert werden, indem beispielsweise im Labormaßstab erprobte Produkte und Verfahren hochskaliert werden.

Umstellung der Rohstoffbasis der Industrie

Teil einer nachhaltigen Kreislaufwirtschaft ist eine nachhaltige Rohstoffbasis. Die Nutzung von Biomasse, Rezyklaten und abgeschiedenem CO_2 als nicht-fossile Kohlenstoffquelle insbesondere für langlebige Industrieprodukte soll angereizt und gestärkt werden, um einen Beitrag zu einer nachhaltigen Transformation der Rohstoffbasis der Industrie zu leisten. Hierzu sind auch grüne Leitmärkte bzw. das öffentlichen Beschaffungswesen zu berücksichtigen.

3.8 Globale Stoffströme

3.8.1 Status Quo

Das globale Wirtschaftswachstum hat in den letzten Jahrzehnten zu einem starken Anstieg der Materialnutzung geführt. Mit zunehmendem globalem Handel stiegen die globalen Stoffströme stärker als die Ressourcenextraktion selbst. Der Anstieg der Ressourcenförderung lag bei rund 2,3 Prozent jährlich, von 30 Milliarden Tonnen im Jahr 1970 auf 106,6 Milliarden Tonnen im Jahr 2024.[73] Deutschland importiert – neben Konsumwaren – insbesondere Rohstoffe und Halbwaren, die dann weiterverarbeitet und zu einem großen Teil wieder exportiert werden. Deutschland ist stark von Importen abhängig, die je nach Rohstoff unterschiedlich intensiv ausfallen. Aufgrund seiner internationalen Verflechtung hat Deutschland zudem einen maßgeblich hohen Material-, Wasser- und Flächenfußabdruck im Ausland, insbesondere im „globalen Süden". Aus diesem Grund gilt es, die Kapazitäten zum Auf- und Ausbau einer nachhaltigen und gerechten Kreislaufwirtschaft, insbesondere auch unter Einbeziehung des informellen Sektors, in Partnerländern zu stärken. Gleichzeitig ist festzustellen, dass auch für bestimmte Sekundärrohstoffe (z.B. Stahlschrott) eine globale Nachfrage existiert, die zu Rohstoffabfluss führt. Im Lichte aktueller globaler Herausforderungen ist eine weitere Diversifizierung von deutschen und europäischen Lieferketten durch eine ehrgeizige, auf Offenheit basierende EU-Handelspolitik zur Förderung von Wettbewerbsfähigkeit, Diversifizierung und Resilienz sowie für Beiträge zu multilateralen Nachhaltigkeitszielen dringend geboten. Deutschland setzt auf Zusammenarbeit mit seinen Partnern auf Grundlage von multilateralen Standards und WTO-Recht. Deutschland sieht von handelsverzerrenden Maßnahmen ab.

Weltwirtschaftliche und sicherheitspolitische Implikationen einer Kreislaufwirtschaft in Deutschland

Die Handelsbeziehungen zu gegenwärtig wichtigen Rohstoff und Halbzeug exportierenden Ländern wie China, Vietnam, Südafrika, Brasilien, Peru, USA oder Kanada könnten sich voraussichtlich in ihrer Tiefe als auch in ihrer Struktur verändern. Rohstoffflüsse könnten teilweise lokalisiert bzw. regionalisiert werden, neue nachhaltige und gerechte Kreislaufwirtschaft- und Sekundärrohstoffpartnerschaften („*just circular economy partnerships*") werden hinzutreten und ein diversifiziertes Versorgungsumfeld erzeugen. Die Bundesregierung strebt an die lokale Wertschöpfung in Partnerländern zu fördern. Ein breiteres Verständnis von Kreislaufwirtschaft soll positive Entwicklungseffekte im „globalen Süden" ermöglichen und somit auch die Nachhaltigkeit und Widerstandsfähigkeit von Lieferketten langfristig sichern.

Gleichzeitig führen eine gesamtwirtschaftliche Resilienz und höhere Rohstoffsouveränität nicht unmittelbar dazu, dass auch sämtliche Lieferketten resilienter werden. Daher ist es entscheidend, verantwortungsvolle und nachhaltige Rohstofflieferketten zu fördern. Insbesondere auf kritische Rohstoffe, spezifische Zwischenprodukte oder schwer recycelbare Ressourcen angewiesene Lieferketten könnten weiterhin Störanfälligkeiten aufweisen. Stärkeren Konkurrenzen um wertvolle Sekundärrohstoffströme wie Metallschrotte bzw. Altmetalle muss vorausschauend begegnet werden. Eine ehrgeizige und offene EU-Handelsagenda bleibt somit auch langfristig für den Rohstoffbereich unabdingbar. Neben bilateralen Initiativen kommt auch der WTO besondere Bedeutung zu, etwa hinsichtlich ihres Regelwerks gegen Ausfuhrbeschränkungen.

Globale Gerechtigkeit in einer deutschen Kreislaufwirtschaft

Durch die Transformation zur Kreislaufwirtschaft in Deutschland können negative sozioökonomische und ökologische Auswirkungen in einzelnen Ländern hervorgerufen werden. Derartige Folgen sind für Wirtschaftssektoren, wie z.B. Rohstoffe, Kunststoffe und Textil, denkbar. Um potentiellen negativen Effekten zu begegnen, gilt es, Länder des „globalen Südens“ zu Beginn und während der gesamten sozialen-ökologischen Wirtschaftstransformation als Partner auf Augenhöhe mitzudenken und die Schritte der zirkulären Wertschöpfung über Ländergrenzen hinweg zu konzipieren und zu kommunizieren. Hierzu gehört es, Beschäftigten, – die in vielen Ländern des „globalen Südens“ derzeit v.a. informellen Sektoren der Kreislaufwirtschaft tätig sind, – neue Perspektiven in Form von nachhaltigen und menschenwürdigen Arbeitsplätzen in neuen Produktions- und Rohstoffstrukturen zu ermöglichen, und ihre Hintergründe, Anliegen und Herausforderungen zu berücksichtigen. Ein besonderer Fokus sollte dabei auf die Ermöglichung der Teilhabe am zirkulären Arbeitsmarkt von allen Menschen unabhängig von Geschlecht, Geschlechtsidentität, sexueller Orientierung, Hautfarbe, Behinderung oder von anderen Merkmalen liegen.

Außerdem sollten Bemühungen zur Förderung weltweiter fairer Handelsbedingungen, zum Abbau der Technologielücke, zur Transformation der Abbauländer von reinen Rohstofflieferanten zu Halbwaren- und Produktherstellern sowie zur Stärkung ihrer nachhaltigen Wirtschaftsentwicklung und Wettbewerbsfähigkeit nicht konterkariert werden, sondern durch nachhaltiges und gerechtes zirkuläres Wirtschaften einen neuen Impuls bekommen.

3.8.2 Ziele

Auf Grundlage der in Kapitel 1.3 dargestellten Vision einer umfassenden Kreislaufwirtschaft für das Jahr 2045 und als Ergänzung des Leitbildes und der übergeordneten Ziele, die in Kapitel 2 formuliert werden, gelten für dieses Handlungsfeld zusätzlich die folgenden Ziele:

- Deutschland unterstützt das Ziel des CRMA, bis 2030 nicht mehr als 65 Prozent des Jahresverbrauchs an jedem für Deutschland kritischen, strategischen Rohstoff auf jeder relevanten Verarbeitungsstufe aus einem einzigen Drittland zu beziehen.

- Stärkung von Kapazitäten in Partnerländern zur nachhaltigen Gewinnung und Nutzung von Sekundärrohstoffen im Sinne einer nachhaltigen und gerechten Kreislaufwirtschaft u.a. durch konsequenten Auf- und Ausbau von Kreislaufwirtschafts- und Sekundärrohstoff- bzw. Recyclingpartnerschaften („just circular economy partnerships“) für alle strategischen Rohstoffe bis 2030, sowie zur Produktion von wettbewerbsfähigen Halbwaren und Fertigwaren auf Basis von Sekundärrohstoffen.

- Unterstützung von Partnerländern beim Aufbau von wirtschafts- und industriepolitischen Kapazitäten, zur Ausgestaltung eines politischen Handlungsrahmens für eine ökologisch nachhaltige und sozial gerechte Transformation ihrer Volkswirtschaften, die anschlussfähig an eine global nachhaltige und gerechte Kreislaufwirtschaft und nachhaltige Wertschöpfungs- und Lieferketten ist.

- Die Schließung von relevanten Datenlücken zum Export von Produkten mit kritischen Rohstoffen (Fahrzeuge, Elektronikprodukte) sowie des Imports bzw. der Herkunft von kritischen Rohstoffen bis 2030, einschließlich der in Halb- und Fertigwaren enthaltenen kritischen Rohstoffe.

3.8.3 Maßnahmen

Aufbau von Kapazitäten zur Gewinnung und Nutzung von Sekundärrohstoffen

Die Bundesregierung unterstützt Partnerländer, insbesondere im „globalen Süden“, in der bilateralen Zusammenarbeit, um Kapazitäten für die Gewinnung und Nutzung von Sekundärrohstoffen aufzubauen. Dieses Engagement soll ausgebaut werden. Zentral ist dafür, dass Deutschland Kreislaufwirtschafts- und Sekundärrohstoff- bzw. Recyclingpartnerschaften („just circular economy partnerships“) mit ausgewählten Partnerländern schließt. Für deren Ausgestaltung sind Kriterien vorzulegen. Ein besonderes Augenmerk sollte dabei auf bedeutsamen Stoffströmen im Hinblick auf bestimmte kritische und strategische Rohstoffe gelegt werden. Chancen bieten diese Partnerschaften insbesondere zu ausgewählten Stoffströmen, sofern in Partnerländern eine hochwertigere kreislaufwirtschaftliche Verwertung möglich ist bzw. ermöglicht wird. Dies gilt beispielhaft im Bereich der Textilverwertung oder im Bereich der Reparatur und Aufbereitung von Elektronikgeräten. Im Rahmen dieser Partnerschaften können auch Organisationen und Unternehmen einbezogen werden, um insbesondere Recyclinginfrastrukturen auszubauen. Hierzu können gemeinsam Wissen ausgetauscht, Programme entwickelt, und Anreize für Unternehmen geschaffen werden. Vorhaben zur Stärkung der Kompetenz zur nachhaltigen Nutzung von Sekundärrohstoffen in der lokalen Produktion von Halb- und Fertigwaren, die den Nachhaltigkeits- und Qualitätsanforderungen genügen und wettbewerbsfähig sind, werden die Kreislaufwirtschaft sowie höhere Stufen einer nachhaltigen lokalen Wertschöpfung in den Partnerländern stärken.

Förderung zirkulärer Stoffströme mit Handelspartnern

Einsatz auf europäischer Ebene für eine ehrgeizige bilaterale Handelsagenda und EU-Handelsabkommen mit ehrgeizigen Kapiteln zu Energie und Rohstoffen, um Nachhaltigkeit, Diversifizierung, Resilienz von Lieferketten und die Kreislaufwirtschaft zu fördern. Besondere Beachtung findet dabei der Ausgleich volatiler Lieferketten und bestehender starker Abhängigkeiten.

Neben Handelsabkommen werden im Rahmen von Handelspartnerschaften Second-Hand-Ströme zukünftig so gestaltet, dass die Wiederverwendbarkeit gebrauchter Waren und Produkte maximal ausgeschöpft wird. So werden gemeinsam mit Handelspartnern Strukturen etabliert, die Reparatur- und Recyclingaktivitäten sowie entsprechende Infrastrukturen vor Ort fördern. Das ermöglicht, am Ende der Lebensdauer von Produkten deren Verwertung und Recycling vornehmen zu können, bspw. bei EE-Anlagen, Textilien oder Kunststoffen.

Branchendialoge ermöglichen, dass privatwirtschaftliche Stoffstromkooperationen lieferkettenspezifisch zwischen Organisationen oder Unternehmen getroffen werden. So lassen sich für beteiligte Unternehmen, bspw. durch die gemeinsame Nutzung von Infrastruktur und Know-how, Wettbewerbsvorteile schaffen.

Erweiterte Herstellerverantwortung (EPR) mit Sorgfaltspflicht

EPR-Systeme werden künftig eine aktivere Rolle bei der Verbesserung der Funktionsweise von Sekundärrohstoffmärkten einnehmen. Es ist zu prüfen, durch welche Instrumente Produkte und Rohstoffe, die aus Deutschland exportiert werden, verstärkt zurückgeführt werden können. Hierunter fallen unter anderem Re-Importe betreffender Altprodukte bzw. deren Rohstoffe wie bspw. Kraftfahrzeuge oder Elektronikgeräte.

Folgende Themen sollen zukünftig in der Forschungsförderung verstärkt berücksichtigt werden:

- Abschätzung der Auswirkungen nationaler und internationaler Kreislaufwirtschaftsmaßnahmen im internationalen Kontext anhand konkreter Beispiele
- Verbesserung der Datenlage hinsichtlich ökonomischer, ökologischer und sozialer Folgen zirkulärer Maßnahmen entlang der Wertschöpfungsketten
- Analyse einzelner Stoffströme mit Blick auf ihre Nachhaltigkeit und Resilienz einschließlich sich daraus ergebender Maßnahmen, um diese zu stärken
- Analyse von Nutzungskonkurrenzen bzw. Versorgungsrisiken bei nachhaltigen Zukunftstechnologien insbesondere mit Blick auf kritische und strategische Rohstoffe
- Anforderungen an globale Infrastrukturen zur Gewinnung und Nutzung von Sekundärrohstoffen
- Ausbaupotential nachhaltiger zirkulärer Geschäftsmodelle und ihre Bedeutung für den deutschen Materialverbrauch

3.9 Forschung und Entwicklung

Forschung und Entwicklung (F&E) sind essentielle Schrittmacher für Innovationen und Fortschritt bei der Transformation hin zu einer zirkulären Wirtschaft und bringen Innovationen voran, die anschließend – aus umwelt- wie wirtschaftspolitischen Gründen – schnell in den Markt gebracht und skaliert werden müssen. Durch Grundlagen- und anwendungsnahe F&E können einerseits neue Technologien und Geschäftsmodelle als Lösungsansätze erprobt, pilotiert und skaliert werden. Andererseits können Fragen gesellschaftlicher Akzeptanz und Anwendbarkeit solcher Lösungsansätze geklärt sowie eine ganzheitliche Sicht auf kreislauffähige Wertschöpfung genommen werden. Dies betrifft sowohl globale Wertschöpfungsketten als auch die länderübergreifende internationale Zusammenarbeit hinsichtlich der Vernetzung von Produktkreisläufen. Dafür ist es nötig, die Herausforderungen zur Umsetzung der Kreislaufwirtschaft mit nationalen und internationalen Stakeholdern zu diskutieren, Forschungsbedarfe gemeinsam zu ermitteln und die benötigten Lösungswege in nationalen bis transnationalen Projekten zu erforschen.

Wie groß die Bedeutung gerade der Forschung zur Kreislaufwirtschaft für die Innovationsfähigkeit Deutschlands ist, zeigt die Studie „Innovationsindikator 2024“[74] der **Unternehmensberatung Roland Berger und des Bundesverbandes es der Deutschen Industrie (BDI).** Das immer noch gute Abschneiden

Deutschlands im Ranking der innovativsten Nationen führen die Studienautoren und -autorinnen unter anderem auf die hohen Ausgaben für F&E zurück. Gleichzeitig wird die Spitzenstellung Deutschlands im Technologiefeld Kreislaufwirtschaft betont. Die Bundesregierung will diese Stärken der Wirtschaft erhalten und deshalb weiterhin die Forschung zur Kreislaufwirtschaft konsequent fördern.

3.9.1 Ziele und übergeordnete Maßnahmen

Forschung und Innovation ressortübergreifend voranbringen

Passfähigkeit von Forschungsprogrammen im Rahmen der ressortübergreifenden Zusammenarbeit werden stärker beachtet. Wichtig ist neben der Weiterentwicklung bestehender Programme der ressortübergreifende Austausch und die ressortübergreifende Abstimmung, um die existierende Förderlandschaft zu optimieren und Forschungsergebnisse zu teilen.

Die Bundesregierung wird im Rahmen bestehender Programme und Initiativen bereits identifizierte F&E Bedarfe adressieren und im Austausch mit allen Stakeholdern neue Bedarfe in den Blick nehmen. In den einzelnen Handlungsfeldern der NKWS wird jeweils spezifischer auf Forschungsbedarfe eingegangen. Anlassbezogen werden die Ministerien zu Fachgesprächen einladen und die jeweils beteiligten Akteursgruppen dabei berücksichtigen.

Transfer und schnelle Skalierung von F&E-Ergebnissen

Es soll eine schnelle Skalierung von Ergebnissen aus F&E-Vorhaben stattfinden. Öffentlich geförderte Pilot- und Demonstrationsanlagen können dabei helfen, vielversprechende Erkenntnisse aus der F&E-Förderung schnell in einer marktnahen Umgebung wie z.B. in Reallaboren zu testen und anschließend, sofern erforderlich, schnell zu skalieren. Reallabore können einen wichtigen Beitrag leisten, Innovationen der Kreislaufwirtschaft in der Praxis zu erproben. Dafür ist ein verlässlicher Rahmen zu schaffen. Einen direkten Transfer in den Markt können auch die Investitionsprogramme des Bundes unterstützen.

Transfer in Bildungs- und Weiterbildungsangebote befördern

Die Bundesregierung setzt sich dafür ein, in Zusammenarbeit mit den Stakeholdern Kooperationsformate durch Einbeziehung der Kultusministerkonferenz im Bildungsbereich zu etablieren. Durch eine bessere Kooperation und Kommunikation von Universitäten, außeruniversitären Forschungseinrichtungen, Industrie- und Handelskammern, dem Bundesinstitut für berufliche Bildung (BIBB) und weiterer Akteure kann eine kontinuierliche Aufnahme neuer F&E-Erkenntnisse in relevante Aus- und Weiterbildungsprogramme erreicht und damit deren Aktualität sichergestellt werden.

Die Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses, eine stärkere Berücksichtigung des zirkulären Wirtschaftens in der Bildung für Nachhaltigkeit sowie in der Wissenschaftskommunikation sollen aktuelle Entwicklungen auch Eingang in zivilgesellschaftliche Diskussionen finden.

3.9.2 Maßnahmen

Die Zukunftsstrategie stellt den übergreifenden forschungspolitischen Rahmen dar. Die Strategie ist mit konkreten Zielen, Missionen und Meilensteinen ausgestattet. Die Kreislaufwirtschaft ist in einer eigenen Mission „Ressourceneffiziente und auf kreislauffähiges Wirtschaften ausgelegte wettbewerbsfähige Industrie“ prominent adressiert. Die Umsetzung erfolgt Ministerien übergreifend in enger Zusammenarbeit. Die Zukunftsstrategie wird regelmäßig fortgeschrieben.

Die Forschung zur Kreislaufwirtschaft ist beim **BMBF** als Querschnittsthema mehreren Programmen zur Drittmittelförderung verankert. Dies bedeutet, dass im Rahmen der Verbundforschungsvorhaben grundsätzlich Industrie und Wissenschaft gemeinsam gefördert werden. Dabei stehen risikoreiche, technologische Entwicklungen bis hin zu Demonstrationsanlagen im Fokus. Aspekte wie Normung, Rebound-Effekte, Umsetzungshemmnisse, erforderliche soziale Innovationen, neue Geschäftsmodelle können Berücksichtigung finden.

Im Rahmen der **Strategie Forschung für Nachhaltigkeit (FONA)** stellte das BMBF zwischen 2018 und 2023 zur Umsetzung des Forschungskonzepts „Ressourceneffiziente Kreislaufwirtschaft“ rund 150 Millionen EUR an Fördermitteln für digitale Technologien, neue Geschäftsmodelle und ökoeffizientes Produktdesign zur Verlängerung und Intensivierung der Produktnutzung sowie für die Schließung von Stoffkreisläufen durch Recycling prioritärer Abfallströme (Baustoffe, Mineralien, Aschen, Metalle, Kunststoffe, Textilien) bereit. Zur besseren Erschließung von Ressourcen aus dem anthropogenen Lager wird 2025 die Fördermaßnahme Urban Mining gestartet. Schwerpunkte sind dabei die wirtschaftliche Erschließung ungenutzter Sekundärrohstoffpotentiale aus Bergbauhalden, Müllverbrennungsaschen, Schlacken, Gebäuden, Infrastrukturen und die die Entwicklung von Instrumenten für Planung und Bewirtschaftung des anthropogenen Lagers.

Das **Forschungskonzept „Ressourceneffiziente Kreislaufwirtschaft“** soll fortgeschrieben und dabei thematisch kritische Rohstoffe, die Weiterentwicklung von Recyclingtechnologien und das Design for Circularity stärker berücksichtigen. Die Forschungszusammenarbeit in Europa wird im Rahmen der künftigen europäischen Rohstoffpartnerschaft unterstützt.

Im Rahmen des Programms „Zukunft der Wertschöpfung“ wirft das BMBF einen ganzheitlichen Blick auf kreislauffähige Wertschöpfung. Betrachtet werden neben technologischen Innovationen auch Aspekte der Vernetzung und Kooperation, von Geschäftsmodellen und Nutzenversprechen, den Menschen in der Wertschöpfung sowie des dynamischen Wandels.

Die **Nationale Bioökonomiestrategie (NBÖS)** unterstützt den biobasierten erneuerbaren Teil einer nachhaltigen Kreislaufwirtschaft, in dem sie Projekte und Vorhaben zu neuen biobasierten Materialien, Produkten und Dienstleistungen unter einem Dach fördert. Dabei nimmt sie die Wertschöpfung auch mithilfe neuer Produktionsorganismen, Produktionsprinzipien und Produktionsverfahren unter besondere Nutzung der vorteilhaften Eigenschaften vieler biogener Ressourcen zur Führung in natürlichen Kreisläufen (z. B. C-, N-, P-Kreislauf) immer mit in den Fokus.

Das BMBF unterstützt mit dem laufenden **Materialforschungsprogramm „Vom Material zur Innovation" (2015-2024)** sowie dem daran anschließenden, sich in der Erstellung befindlichen neuen Programm auch Maßnahmen zur Steigerung der Ressourceneffizienz, zum recyclinggerechten Materialdesign sowie zur Sicherung einer Kreislauffähigkeit durch die Betrachtung gesamter Prozessketten von der Werkstoffentwicklung über die Bauteilfertigung bis hin zur Demonstration der Anwendung. In der Material-Hub-Initiative „MaterialNeutral – Ressourcensouveränität durch Materialinnovationen" werden Materialentwicklungen zur Steigerung der Ressourcen- und Materialeffizienz gefördert. Durch die Entwicklung von Substitutionskonzepten sollen zudem Alternativen für kritische und schwer verfügbare Rohstoffe und Materialien erarbeitet werden.

Der Beitrag einzelner Materialinnovationen zur Steigerung von Nachhaltigkeit soll durch die Entwicklung von Indikatoren sowie agile, interdisziplinäre und digital unterstützte F&E ermöglicht werden. Die notwendige Digitalisierung, d.h. die Transformation der experimentellen Materialforschung hin zu einer standardisierten, digitalen Materialforschung wird durch die BMBF-Initiative „MaterialDigital" vorangetrieben. Dazu werden Materialien, dazugehörige Prozesse sowie involvierte Geräte und Maschinen mit Hilfe von Ontologien semantisch beschrieben.

Bei der Kreislaufführung bestehen je nach Material vielfältige logistische und technische Herausforderungen, um die Erfassung, die automatisiert weiternutzbare Material- und Prozess-dokumentation, die Aufbereitung, das Recycling und den Rezyklateinsatz wirtschaftlich zu gestalten. Hierzu bedarf es einer lückenlosen, standardisierten Datenerhebung und Dokumentation der Materialien und Prozesse im Kreislauf, um Transparenz und Nachverfolgbarkeit im Produktlebenszyklus zu verbessern. Dazu sollten etablierte Werkzeuge wie z.B. die Nationale Forschungsdateninfrastruktur (NFDI), die Plattform MaterialDigital (PMD) oder der Initiativen Industrie 4.0 und Manufacturing-X genutzt und oder in spätere Lösungen integriert werden.

Weitere Fachprogramme unterstützen die Schließung bestehender Wertschöpfungsketten im Sinne einer nachhaltigen, ökonomischen und sowohl material- als auch energieeffizienten Kreislaufwirtschaft. Im Bereich der Batterietechnologien nutzt das BMBF diesen Ansatz als ein Leitmotiv für das **Dachkonzept Batterieforschung**. Schwerpunkte der Förderung sind die Prozessierung und Produktion von Batteriematerialien, -komponenten und -zellen sowie bei der Skalierungsforschung und Digitalisierung in ressourcenschonenden Batteriekreisläufen gelegt. Die F&E-Aktivitäten betreffen die gesamte Wertschöpfungskette, um eine „verwendungsoptimierte" Wertschöpfung bei Batterien „Made in Europe" zu etablieren; d.h., Rohstoffe, Batteriekomponenten und ganze Batterien sollen bereits in der Planung auf ihre späteren (Wieder-)Verwendungen hin designt sowie digital nachverfolg- und steuerbar werden. Nicht nur Stoff-, auch Energieströme und vorhandene Daten müssen dafür optimiert werden.

Forschung zur Kreislaufwirtschaft erfolgt auch im Rahmen der institutionellen Förderung. So wird beispielsweise am Helmholtz-Institut Freiberg für Ressourcentechnologie das Konzept einer möglichen FlexiPlant verfolgt. Hierdurch kann im Pilotmaßstab die Erforschung der Rückgewinnung von

Technologiemetallen durch flexible, automatisierte und digitalisierte Aufbereitungstechnologien möglich werden.

An der Fraunhofer-Einrichtung für Werkstoffkreisläufe und Ressourcenstrategie IWKS werden fortlaufend innovative Verfahren in den Bereichen Magnetwerkstoffe, Energiematerialien, Bioökonomie und Digitalisierung der Ressourcen entwickelt.

Neben übergreifenden Forschungsprogrammen sowie der institutionellen Förderung, die das BMBF zur Kreislaufwirtschaft verantwortet, existieren weitere Forschungsanstrengungen in der Zuständigkeit der Ressorts. Eine Auswahl wichtiger Maßnahmen wird hier vorgestellt. Weitere Forschungsmaßnahmen der Ressorts werden in den spezifischen Kapiteln genannt.

BMUV-Umweltinnovationsprogramm

Das im Auftrag des BMUV umgesetzte Umweltinnovationsprogramm wird im Sinne zirkulären Wirtschaftens weiterentwickelt und die Förderung innovativer Demonstrationsprojekte stärken.

Förderprogramm DigiRess

Es soll ein Förderschwerpunkt strategische Metalle im Rahmen des zu verstetigenden und auszubauenden Förderprogramms DigiRess umgesetzt werden.

Verstetigung und Weiterentwicklung des Sonderpreises „Ressourcenschonung und Ressourceneffizienz – Jugend forscht“

Das BMUV wird den Sonderpreis „Ressourcenschonung und Ressourceneffizienz“ zu einem Sonderpreis für Kreislaufwirtschaft weiterentwickeln und dauerhaft auf der Regionalebene, der Landesebene sowie der Bundesebene des Wettbewerbs „Jugend forscht und Schüler experimentieren“ vergeben. Der Sonderpreis wird derzeit in Kooperation mit dem Netzwerk Bildung für Ressourcenschonung und Ressourceneffizienz (BilRess) an Projekte vergeben, die sich mit der Thematik der schonenden und effizienten Nutzung von natürlichen Ressourcen auseinandersetzen. Mit der Auszeichnung von Projekten, die die Lebenswelt der Jungforscherinnen und Jungforscher tangieren, soll die Relevanz der Thematik aufgezeigt und zugleich die Ressourcenbildung und -kompetenz gefördert werden.

KI-Leuchtturminitiative des BMUV

Die Forschungs- und Innovationsförderung der Kreislaufwirtschaft im Rahmen der KI-Leuchtturminitiative des BMUV soll gestärkt werden.

Finanzierung verbessern

Eine staatliche Anschubfinanzierung für F&E sowie für Pilotanlagen und Prozesse zur Rückgewinnung von kritischen Rohstoffen und Technologiemetallen soll bereitgestellt werden.

Digitalisierung für mehr zirkuläre Produktion

Maßgeblich ist eine Prüfung und Förderung weiterer Möglichkeiten für die Entwicklung innovativer digitaler Technologien und Geschäftsmodelle in der Kreislaufwirtschaft, insbesondere für Start-Ups und deren Kooperation mit etablierten Unternehmen für mehr Innovationen.

Umweltgerechte Erschließung und Nutzung biogener Rohstoffe

Hierfür werden z. B. biotechnologische F&E-Ansätze gefördert, mit deren Hilfe Rest- und Abfallstoffe besser erschlossen und die enthaltenen Ressourcen (N-, C-, P- und andere) den Stoffkreisläufen wieder zugeführt werden können.

Optimierung der Entsorgung von PV-Anlagen

Für die Rückgewinnung von Silizium, Indium und Gallium aus PV-Modulen sollten weitere Forschungsvorhaben unterstützt werden, um wirtschaftliche Verfahren marktreif zu machen. Zusätzlich müssten für neue PV-Technologien wie „building-integrated"-Module, Perowskit-Solarzellen oder PV-Folien(-Module) die Entwicklung von Verfahren zum hochwertigen Recycling unterstützt werden.

Verbesserung und Kapazitätsaufbau der Metallrecyclingprozesse

Für die Metallrückgewinnung aus Schlacken und Aschen sollte ein Förderprogramm zur Einführung von neuen Technologien auflegt werden.

Technologietransfer-Programm Leichtbau

Mit dem Technologietransfer-Programm Leichtbau (TTP LB) fördert das BMWK noch bis 2027 marktnahe Forschung- und Entwicklungsvorhaben unter Berücksichtigung geschlossener Kreisläufe im Themenfeld Leichtbau, die zu einer signifikanten CO_2-Einsparung insb. im Industrie- und Verkehrssektor führen. Erreicht wird dies durch die Entwicklung von neuen Ansätzen zum effizienten Einsatz von Ressourcen, der Substitution treibhausgasintensiver Ressourcen sowie von ressourceneffizienten Verfahren entlang des gesamten Lebenszyklus. Um die Ressourceneffizienz zu erhöhen, wird im TTP LB das Prinzip der Kreislaufwirtschaft in die Produktionsprozesse integriert, sodass bislang nicht ausgeschöpfte Einsparpotenziale zukünftig genutzt werden können.

Internationale Forschungskooperationen

Im Rahmen des Eureka-Netzwerkes sollen internationale Kooperationen verstärkt werden, um Lösungsansätze für die Herausforderungen der kreislauffähigen Wertschöpfung an länder- und kontinentübergreifenden Wertschöpfungsketten zu entwickeln. Dies soll beispielsweise im Rahmen des deutsch-kanadischen EUREKA-Vorsitzes verstärkt werden (01.07.2024-30.06.2025).

3.10 Qualifizierung

3.10.1 Status Quo

Der Aufbau von Kompetenzen durch die Vermittlung von Wissen, Fähigkeiten und Fertigkeiten durch Qualifizierung von Akteurinnen und Akteuren entlang des Stoffkreislaufs bildet die Basis für eine Transformation zu einer Kreislaufwirtschaft. Dies erfordert die Verankerung technischen, ökonomischen, ökologischen und sozialen Knowhows insbesondere in der Aus- und Weiterbildung und muss bereits in der kindlichen Bildung, in der schulischen Bildung, in der Berufsausbildung und der Hochschulbildung erfolgen.

Es gilt zudem, ein Verständnis für die Notwendigkeit zirkulären Wirtschaftens und den Wert von Ressourcen und Abfällen in allen gesellschaftlichen Bereichen zu schaffen, sowohl national wie auch international. Daher bedarf es einer Stärkung der entsprechenden Themen auch in der Aus- und Erwachsenenbildung in Form von Fort-, Weiterbildungs- sowie Informationsangeboten, z.B. über die Verbraucherzentralen begleitet durch Informationskampagnen.

3.10.2 Ziele

Auf Grundlage der in Kapitel 1.3 dargestellten Vision einer umfassenden Kreislaufwirtschaft für das Jahr 2045 und als Ergänzung des Leitbildes und der übergeordneten Ziele, die in Kapitel 2 formuliert werden, gelten für dieses Handlungsfeld zusätzlich die folgenden Ziele:

Das Ziel ist es, die notwendigen Kompetenzen zu Kreislaufwirtschaft und Ressourceneffizienz zu stärken. Dazu sind möglichst viele Akteurinnen und Akteure innerhalb und außerhalb des Bildungswesens einzubeziehen, die die Prinzipien von Ressourcenschutz und Circular Economy in den verschiedenen Bildungsbereichen (schulische Bildung, berufliche Bildung, Hochschulbildung, Weiterbildung) und in Politik, Wirtschaft, Sozialpartnerschaft und Zivilgesellschaft verankern können. Da die Bundesregierung für viele dieser Themen nicht oder nicht allein zuständig ist, wollen wir hier im Rahmen der Plattform (vgl. Kap. 7.2) den Dialog zu folgenden Themen mit den jeweils relevanten Akteurinnen und Akteuren suchen:

- **Anpassung von Ausbildungsstrukturen und -inhalten** in der Berufsbildung auf die geänderten Anforderungen zirkulären Wirtschaftens hin, unter Berücksichtigung relevanter Qualifikationen entlang des gesamten Kreislaufs – insbesondere der Produktentwicklung und des Designs, des Handwerks sowie gewerblich-technischer und kaufmännischer Kompetenzen. Es sollte eine neue Standardberufsbildposition „Umweltschutz und Nachhaltigkeit“, sowie eine thematisch passende Novellierung von Ausbildungsberufen vorgenommen werden.

- Eine stärkere **Vernetzung relevanter Akteurinnen und Akteure der Bildungslandschaft**, um einen bundesweiten Dialog über bestehende Hemmnisse, mögliche Anreizmaßnahmen und funktionierende Ansätze zu schaffen, beispielsweise unter Nutzung des bestehenden Netzwerkes Bildung für Ressourcenschonung und Ressourceneffizienz (BilRess), die insbesondere auch für schulische Bildung Materialien entwickeln.

- Der Ausbau und die Verstetigung von **Qualifizierungs-, ergänzenden Ausbildungs-, Weiterbildungs- und Beratungsangeboten** durch verschiedene Bildungsträger für Mitarbeitende und Führungskräfte, um die Transformation von Unternehmen und Verwaltungen zu unterstützen und zu flankieren.

- Die Entwicklung und Verstetigung **von Schulungs- und Informationsangeboten in der Erwachsenenbildung** und in allen gesellschaftlich relevanten Bereichen wie bspw. dem Sport und dem Ehrenamt, um für den sparsamen Umgang mit Ressourcen und Anforderungen an die Kreislaufwirtschaft zu sensibilisieren, wie z.B. im Rahmen des Projektes Circular Euro 2024 des BMUVs erfolgt.

3.10.3 Maßnahmen

Kompetenzprofile in Lehrplänen und Studienordnungen stärken und neue Berufsbilder fördern

Kompetenzaufbau, insbesondere für den Bereich der öffentlichen Beschaffung unter Beteiligung der Kompetenzstelle nachhaltige öffentliche Beschaffung (KNB), u. a. durch Verankerung des Themas Kreislaufwirtschaft in den Studienordnungen der Fachhochschule des Bundes. Ausgewählten Berufsbildern kommt bei der Transformation zur Kreislaufwirtschaft eine Schlüsselfunktion zu. Durch entsprechende Öffentlichkeitsarbeit kann die Attraktivität von Ausbildung von Fachkräften und der Trend zu „Grünen Berufen“ gesteigert werden. In Bezug auf Ausbildungsordnungen und Standardberufsbildpositionen kann auf den durch das BMBF geförderten Aktivitäten der Projektagentur Berufliche Bildung für Nachhaltige Entwicklung (PA-BBNE) aufgebaut werden.

Rahmenlehrpläne für die Kreislaufwirtschaft anpassen

Aufgrund der verschiedenen Zuständigkeiten und Maßnahmen des Bundes und der Länder, des Bundesinstituts für Berufsbildung, der Sozialpartner und weiterer Akteure, ist es sinnvoll einen Prozess zur gemeinsamen Verständigung über mögliche Ziele und Handlungsoptionen zu initiieren. Im Dialog mit allen beteiligten Akteurinnen und Akteuren können die Voraussetzungen und Handlungsoptionen zur Erweiterung von Ausbildungsordnungen und Rahmenlehrplänen, Prüfungsordnungen sowie damit verbundenen Lehr-Lern-Arrangements und -Materialien von Ausbildungsberufen um Inhalte und Module mit Bezug zu Kreislaufwirtschaft und zirkulärem Wirtschaften erörtert werden.

Unterstützung des interdisziplinären Austauschs zwischen Einrichtungen und Akteurinnen und Akteuren der Bildungslandschaft

Das Netzwerk „Bildung für Ressourcenschonung und Ressourceneffizienz“ (BilRess) soll fortgeführt werden und um Inhalte mit Fokus auf zirkuläres Wirtschaften erweitert werden. Zudem sollen die Aktivitäten zur Sensibilisierung, Vernetzung und zum Wissensaustausch verstärkt werden. Der interdisziplinäre Austausch zwischen Bildungseinrichtungen und pädagogischen Akteurinnen und Akteuren (primärer bis quartärer Bildungsbereich) wird gestärkt.

Förderung und Stärkung von Fort- und Weitbildungsangeboten für Mitarbeitende in Unternehmen und Beratende

Die Bundesregierung fördert die Fortführung der Arbeit des Kompetenzzentrums Ressourceneffizienz und dessen thematische Weiterentwicklung zu zirkulärem Wirtschaften. Mit Qualifizierungskursen für Beschäftigte aus Unternehmen, des verarbeitenden Gewerbes, Industrie- und Handelskammern und für Beratende zu Ressourceneffizienz und Kreislaufwirtschaft vermittelt das Kompetenzzentrum Wissen und wesentliche Methoden zur Analyse von Potentialen sowie zur Umsetzung von Maßnahmen. Somit werden die Fortsetzung etablierter Qualifizierungsangebote und gleichzeitig die Umsetzung von Maßnahmen in der Praxis unterstützt. Fort- und Weiterbildungen zu Kreislaufwirtschaft und zirkulärem Wirtschaften qualifizieren Beschäftigte und ermöglichen es Unternehmen, notwendiges Wissen aufzubauen. Für eine Mobilisierung aller relevanten Bildungsträgerinnen und -träger sowie von Programmen zur Qualifizierung, ergänzenden Ausbildung, Weiterbildung und Beratung für Beschäftigte und Führungskräfte wird ein breiter Dialog aller Akteurinnen und Akteure angestrebt. Dies umfasst in besonderem Maße auch die Gewerkschaften, denen aufgrund ihrer Verankerung in den Betrieben über Betriebsräte und Beschäftigte eine zentrale Bedeutung bei der Akzeptanz und Umsetzung von Maßnahmen zur Weiterbildung zukommt.

3.11 Abfälle vermeiden und verwerten

3.11.1 Status Quo

Das umfassende Kreislaufwirtschaftsrecht mit Verordnungen und Gesetzen, die auch konkrete Regelungen für bestimmte Abfallströme treffen, schafft in Deutschland einen Rahmen für die konsequente Umsetzung der mit der Kreislaufwirtschaft verfolgten Ziele.

Ein zentrales Element – auch zur Umsetzung des Verursacherprinzips – ist dabei eine Herstellerverantwortung, die für die Abfallströme Verpackungen, Elektro- und Elektronik-Altgeräte, Altfahrzeuge und Altbatterien und Einwegkunststoffprodukte etabliert ist.

Es ist gelungen, aus der auf die reine Abfallbeseitigung angelegten Abfallwirtschaft eine moderne Kreislaufwirtschaft mit dem Ziel der Vermeidung und Verwertung von Abfällen zu formen. Deren Beitrag zu einer nachhaltigen Wirtschaftsweise in Deutschland zeigt sich nicht zuletzt in den beispielhaften Anteilen für die stoffliche Verwertung, durch die Rohstoffe und Primärenergie eingespart werden. Nun gilt es die Kreislaufwirtschaft im Sinne einer Lebenszyklusperspektive weiterzuentwickeln.

Um den Bedarf an Primärrohstoffen zu senken, ist es unabdingbar, Abfälle erst gar nicht entstehen zu lassen und die Ressourceneffizienz entlang des gesamten Lebenszyklus – von der Rohstoffgewinnung, über das Produktdesign, die Produktion, die Nutzungsphase bis zum Recycling – zu steigern und den Einsatz von Sekundärrohstoffen zu fördern.

Dies kann nur erreicht werden, indem die Abfallhierarchie des KrWG und der EU-Abfallrahmenrichtline eingehalten wird. Diese Abfallhierarchie benennt in absteigender Reihenfolge: 1. Vermeidung, 2. Vorbereitung zur Wiederverwendung, 3. Recycling, 4. Sonstige, insbesondere energetische Verwertung und Verfüllung, 5. Beseitigung. Auf erster Stufe steht somit die Vermeidung von Abfällen – und das sowohl im Hinblick auf ihre Menge aber auch ihre Schädlichkeit. Die Bundesregierung setzt bereits auf dieser ersten Stufe der Abfallhierarchie an, der Vermeidung an und formuliert in der NKWS das Leitziel,

das Pro-Kopf-Aufkommen an Siedlungsabfällen, das im Jahr 2020 613 kg betrug[75], bis zum Jahr 2030 um 10Prozent und bis zum Jahr 2045 um 20 Prozent zu senken.

Dieses Ziel ist ambitioniert, erscheint mit Blick auf die zu einzelnen Stoffströmen aktuell diskutierten oder bereits vereinbarten Vermeidungsziele auf nationaler und internationaler Ebene aber erreichbar. Im Bereich der Lebensmittelabfälle sieht das UN-Nachhaltigkeitsziel (SDG) 12.3[76], zu dessen Umsetzung sich Deutschland neben anderen EU-Mitgliedsstaaten verpflichtet hat, konkrete Reduzierungsziele vor: So sollen bis 2030 im Vergleich zum Referenzjahr 2015 die weltweiten Lebensmittelabfälle pro Kopf auf Einzelhandels – und Verbraucherebene halbiert und die entlang der Produktions- und Lieferkette entstehenden Lebensmittelverluste einschließlich Nachernteverluste verringert werden. im Handel, der Außer-Haus-Verpflegung und in privaten Haushalten um 50 Prozent reduziert werden und Lebensmittelabfälle entlang der Produktions- und Lieferkette, einschließlich Verlusten nach der Ernte verringert werden. Noch weitergehende Ziele zur Reduzierung der Lebensmittelabfälle werden gerade im Zuge der Novellierung der EU-Abfallrahmenrichtlinie auf EU-Ebene diskutiert. Die kommende EU-Verpackungsverordnung (Verfahren (2022/0396)[77] sieht vor, dass die pro Kopf anfallenden Verpackungsabfälle von den Mitgliedstaaten bis zum Jahr 2030 um 5 Prozent gegenüber den von der Kommission für das Jahr 2018 gemeldeten Zahlen reduziert werden. Für das Jahr 2040 ist eine Verringerung um 15 Prozent vorgesehen.

Für eine wirksame Abfallvermeidung sollten Produkte zum einen so konzipiert werden, dass sie grundsätzlich langlebig und reparierbar sind. Zum anderen können Abfälle auch vermieden werden, indem durch Wiederverwendung die Nutzungsdauer von Produkten bis zum Ende ihrer Gebrauchstauglichkeit verlängert wird und indem keine Vernichtung und Entsorgung noch gebrauchstauglicher Verbraucherprodukte stattfindet. Auch gilt es, flächendeckend Strukturen zu etablieren, die ermöglichen, Produkte gemeinsam und mehrfach zu nutzen, z.B. Leih- und Mietangebote.

Zur Abfallvermeidung gehört auch die Nutzung von Mehrweg. Bis 2045 sollten flächendeckend Mehrwegsysteme im Verpackungsbereich etabliert sein. Dabei sind die Gesamtumweltwirkungen, z.B. durch ansteigenden Güterverkehr, zu berücksichtigen. Mehrwegsysteme sollten daher regional sein und sich an Poollösungen beteiligen, um lange Transportwege zu vermeiden. Es wird angestrebt, das gesetzlich verankerte Ziel von 70 Prozent in Mehrwegverpackungen abgefüllter Getränke durch die Förderung regionaler Mehrwegsysteme, die an offenen oder geschlossenen Flaschenpools teilnehmen, bis 2045 zu erreichen. Einen guten Überblick über Maßnahmen zu Abfallvermeidung, die sowohl die öffentliche Hand, aber auch Wirtschaftsakteure und Verbraucherinnen und Verbraucher adressieren, gibt das Abfallvermeidungsprogramm des Bundes unter Beteiligung der Länder (AVP) und dessen Fortschreibung.

Um die Vorbereitung zur Wiederverwendung als zweite Stufe der Abfallhierarchie von Abfällen aus dem privaten Bereich zu fördern, bedarf es einer flächendeckenden Infrastruktur hierfür und eines entsprechend qualifizierten Personals, das die Abfälle systematisch auf eine Eignung für die Vorbereitung zur Wiederverwendung prüfen kann. Derzeit erfolgt dies im Sperrmüll-Bereich oder auf Recyclinghöfen eher vereinzelt. Insbesondere auch Erzeuger und Besitzer gewerblicher Abfälle sollten verpflichtet sein, ihre Abfälle auf Möglichkeiten der Vorbereitung zur Wiederverwendung zu prüfen.

Hier gilt es, die entsprechenden Rahmenbedingungen auch durch gesetzliche Vorgaben zu schaffen (z.B. bei Altholz).

Recycling ist darauf ausgerichtet, qualitativ hochwertige Sekundärrohstoffe bereitzustellen und durch den Einsatz von Rezyklaten unmittelbar dazu beizutragen, weniger Primärrohstoffe zu nutzen und nicht-erneuerbare Vorkommen kritischer Rohstoffe (z.B. Phosphor), auch im Hinblick auf eine sich verschärfende geopolitische Lage, zu schonen. Für die Phosphorrückgewinnung aus Klärschlamm soll bis 2026 Investitionssicherheit und eine rechtssichere Finanzierungsmöglichkeit in Abstimmung mit den Ländern, z.B. über Abwassergebühren, sichergestellt werden.

Grundlage für ein hochwertiges Recycling ist eine konsequente Getrenntsammlung von Abfällen – sowohl im privaten als auch im gewerblichen Bereich. Hier sind in beiden Bereichen noch erhebliche Anstrengungen bei der Information und Durchsetzung erforderlich durch Länder und Kommunen (vgl. die Pflichten aus § 46 des KrWG). Eine weitere Grundlage für ein Recycling ist der Informationsaustausch zwischen den Herstellern von Produkten und den Recyclern über bestimmte Eigenschaften und besorgniserregende Stoffe in Produkten, um diese soweit technisch möglich und mit dem Ziel der Ressourcenschonung vereinbar im Recyclingverfahren gezielt berücksichtigen bzw. ausschleusen zu können. Zudem bedarf es eines weiteren Ausbaus einer flächendeckenden Recyclingstruktur, so dass auch ohne lange Transportwege ein hochwertiges Recycling sichergestellt werden kann. Dieses ist insbesondere von Relevanz für Stoffströme, die erst perspektivisch in größeren Mengen anfallen werden (z. B. Lithium-Batterien aus der Elektromobilität).

Die sonstige, insbesondere energetische Verwertung als vorletzte Stufe der fünfstufigen Abfallhierarchie darf nur für Abfälle erfolgen, die tatsächlich für eine höherwertigere stoffliche Verwertung nicht in Betracht kommen. Gleiches gilt für die zu beseitigende Abfallmenge.

Umweltschutz und Kreislaufwirtschaft dürfen nicht an den Grenzen Deutschlands oder der EU enden. Aus diesem Grund ist die Zusammenarbeit mit dem „globalen Süden“ weiter auszubauen, um dort Strukturen zur Sammlung und zur Behandlung zu etablieren. Hier können die in Deutschland und der EU etablierten Modelle als Beispiele für gute Praktiken dienen.

Weiterentwicklung des Kreislaufwirtschaftsrechts

Die Instrumente des Kreislaufwirtschaftsrechts sind weiterzuentwickeln, um die Ziele des KrWG noch besser zu erreichen. Dazu treibt die Bundesregierung bereits zahlreiche Rechtssetzungsvorhaben auf nationaler und europäischer Ebene voran. Wichtige Vorhaben sind:

- Mehr Altgeräte hochwertig recyceln und so wertvolle Ressourcen im Kreislauf führen: Durch eine Novelle des ElektroG soll es zukünftig Verbraucherinnen und Verbrauchern noch einfacher gemacht werden, ihre Altgeräte im Handel abzugeben. Hierzu gehört auch eine deutlich verbesserte Verbraucherkommunikation. Zur Verringerung von Brandrisiken durch Lithium-Batterien in Elektroaltgeräten soll die Novelle auch zu einer verbesserten Entnahme von Batterien an der Sammelstelle beitragen und hierüber zukünftig mehr Batterien in eine getrennte Erfassung und Behandlung zuführen. Weitere Maßnahmen zur Verringerung der Brandrisiken durch Lithium-Batterien, welche die Entsorgungswirtschaft vor Herausforderungen stellt, werden geprüft. Nach

der Novellierung der produktbezogenen Regelungen zu Batterien und Altfahrzeugen auf europäischer Ebene hat die Kommission auch die zeitnahe Überarbeitung der sog. WEEE-Richtlinie 2012/19/EU (von englisch: Waste of Electrical and Electronic Equipment) angekündigt. In diesem Zusammenhang werden u.a. auch die qualitativen Vorgaben für das Recycling von Elektroaltgeräten wie etwa materialspezifische Recyclingvorgaben zur Diskussion gestellt werden.

- Recyclingpotentiale gewerblicher Abfälle besser nutzen: Durch die Novelle der GewAbfV soll die Verordnung noch stringenter und vollzugstauglicher gestaltet, die behördliche Kontrolle der getrennten Sammlung von gewerblichen Siedlungsabfällen und Bau- und Abbruchabfällen gestärkt und das Erreichen der angestrebten Recyclingquote bei der Vorbehandlung abgesichert werden. Ziel ist es, die Recyclingpotentiale gewerblicher Abfälle besser zu nutzen.

- Die kommende EU-Verpackungsverordnung (Verfahren (2022/0396)) soll Verpackungen vermeiden, einheitliche Kriterien zur Recyclingfähigkeit von Verpackungen etablieren und Rezyklateinsatzquoten festsetzen: Dies wird mit der im Ende 2024 final zu beschließenden europäischen Verordnung über Verpackungen und Verpackungsabfälle verfolgt. Mit ihr werden insbesondere die Ziele verfolgt, Verpackungsabfälle bis zum Jahr 2040 deutlich zu reduzieren und eine stärkere Vereinheitlichung des Verpackungswesens im Binnenmarkt zu erreichen. Die EU-Verpackungsverordnung wird voraussichtlich Ende 2024 von Parlament und Rat angenommen. Die Verordnung tritt 20 Tage nach Veröffentlichung im Amtsblatt in Kraft. Erste Regelungen gelten 18 Monate nach Inkrafttreten.

- Die Regelungen der künftigen Verpackungsverordnung werden auch einen Schub für mehr Mehrweglösungen bringen. Wir wollen in einem Branchendialog mit der Wirtschaft ein Bündnis schmieden, um den Anteil an Mehrwegverpackungen weiter zu steigern und die Wirtschaft dabei zu unterstützen, möglichst nutzerfreundliche Mehrwegsysteme zu etablieren, zu verbessern und weiter zu verbreiten.

- Um Unsicherheiten bei Wirtschaftsakteuren und Behörden abzubauen, besteht ein Bedarf an klaren Regelungen, wann Stoffe und Gegenstände ihre Abfalleigenschaft verlieren und den Status als Nicht-Abfall zurückerlangen. Für hochwertige mineralische Ersatzbaustoffe, die Primärbaustoffe ersetzen können, ist eine entsprechende Abfallende-Verordnung zur rechtssicheren Bestimmung der Entlassung aus dem Abfallregime geplant. In einem zweiten Schritt sollen die wissenschaftlichen Grundlagen für Anforderungen an die sichere Verwendung von Recyclingbaustoffen im Hochbau sowie deren Abfallende erarbeiten werden.

- Entsprechend dem Verursacherprinzip sind neben den Erzeugern von Abfall auch die Hersteller von Produkten vermehrt in die Verantwortung zu nehmen. Hier gilt es, die bestehenden Regelungen für eine erweiterte Herstellerverantwortung (im deutschen Recht Produktverantwortung genannt, vgl. § 23ff. des KrWG) fortlaufend auf den Prüfstand zu stellen und insbesondere auch im Hinblick auf das Forcieren eines recyclinggerechten Designs weiterzuentwickeln. Dieser Ansatz ist wegen des EU-Binnenmarktes im Wesentlichen auf europäischer Ebene weiterzuverfolgen (z.B. mittels

produktspezifischer Regelungen im Abfallrecht oder zukünftig der Ökodesign-Verordnung). Ziel muss es sein, dass Produkte langlebig, reparierbar und recyclingfähig werden sowie am Ende ihres Lebenszyklus einem hochwertigen Recycling zugeführt werden können und somit ein Lebenszyklusansatz zum Standard der europäischen Rechtsetzung wird. Das Prinzip der Herstellerverantwortung sollte perspektivisch auch auf weitere Abfallströme – der aktuelle Vorschlag für eine Überarbeitung der EU-Abfallrahmenrichtlinie sieht hier bereits die Textilien vor - ausgedehnt werden. Hier sollten vor allem massenrelevante Ströme in den Blick genommen werden, die sowohl Potentiale im Hinblick auf die Rückgewinnung von Rohstoffen haben als auch solche, bei denen durch ein entsprechendes Recycling dem Ziel der Schadstoffausschleusung Rechnung getragen werden kann.

- Einsatz für die Berücksichtigung der Kreislaufführung im Europäischen Zertifikatehandel-System (ETS), damit die anreizende Grundlage geschaffen wird, CO_2 wo ökonomisch und für das Erreichen von Treibhausgasneutralität sinnvoll zu nutzen.

Herausforderungen und Lösungsansätze

Um perspektivisch die Kreislaufwirtschaft weiter zu stärken, bedarf es des Handelns auf unterschiedlichen Ebenen. Dafür ist es unter anderem erforderlich, bislang nicht gehobene Recyclingpotentiale zu heben. Dies kann zum einen durch die Betrachtung und Regelung weiterer Abfallströme und deren Getrennthaltung (z.B. Reifen, Bodenbeläge) geschehen. Zum anderen müssen dort, wo auch heute schon Regelungen bestehen, weitere Anstrengungen unternommen werden, um die getrennte Sammlung von Abfällen zu stärken damit diese hochwertig verwertet werden können (z.B. Bioabfälle, Altholz, Gewerbeabfälle, Sperrmüll, Textilien, Elektro- und Elektronikaltgeräte).

Zentraler Baustein ist es dabei, das Bewusstsein für die Abfallvermeidung und die Wichtigkeit der richtigen Abfallentsorgung in der Bevölkerung zu stärken. Hier sind angesichts der ohnehin schon großen Informationsflut im Alltag Informationsangebote durch Länder und Kommunen zu schaffen, zu vereinheitlichen und auszubauen, damit die Verbraucher innen und Verbraucher sich umfassend und einfach informieren können.

Eine weitere Herausforderung für die ordnungsgemäße und schadlose Verwertung von Abfällen entsteht durch eine unzureichende Informationsweitergabe zu dem Vorhandensein und Gehalt bestimmter besorgniserregender Stoffe in Produkten von Herstellern zu Verwertern. Diese Informationsweitergabe muss verbessert werden, insbesondere durch die Weiterentwicklung der SCIP-Datenbank[78], so dass Verwerter von Abfällen einfach und zielgerichtet an die für sie relevanten Informationen kommen können.

Für bestimmte Stoffströme sind die Ziele der Kreislaufwirtschaft durch abfallrechtliche Regelungen nur eingeschränkt erreichbar. Das bedeutet, dass diese Ziele auch in anderen, angrenzenden Rechtsbereichen stärker mitgedacht werden müssen. Eine dadurch entstehende Harmonisierung des Abfallrechts mit dem Recht für Nicht-Abfälle ist in der Lage, bestehende Zielkonflikte zu lösen und weitere Potentiale in der Kreislaufwirtschaft zu entfalten. Beispielsweise kann der selektive Rückbau,

verankert im Bauordnungsrecht, die Vorbereitung zur Wiederverwendung und das Recycling von Bau- und Abbruchabfällen stärken und die gezielte Ausschleusung von Schadstoffen wie Asbest unterstützen.

Rechtliche Regelungen erreichen ihre Grenzen, wo ihr Vollzug nicht hinreichend sichergestellt ist. Um insofern das Durchsetzen der gesetzlichen Vorgaben sowohl innerhalb Deutschlands, aber auch EU-weit sicherzustellen, sollen die rechtlichen Regelungen wo nötig überprüft, zukünftig vollzugstauglicher formuliert und ausreichend personelle Kapazitäten für den Vollzug bereitgestellt werden. Auch sollte betrachtet werden, ob es in einigen Fällen sinnvoll sein könnte, den Vollzug in einer Hand zu bündeln, um das Durchsetzen der rechtlichen Regelungen noch effizienter zu gestalten. Vor diesem Hintergrund sind gemeinsam mit den Ländern Möglichkeiten zu erörtern, wie der Vollzug von bestehenden und neuen Maßnahmen der Kreislaufwirtschaft gestärkt und vereinheitlicht werden kann, auch um ein Level-Playing-Field im internationalen Handel anzustreben.

4. Prioritäre Handlungsfelder der Transformation

4.1 Die Handlungsfelder

Die im Folgenden dargestellten Handlungsfelder bilden nicht alle Bereiche ab, die für die Transformation in eine umfassende Kreislaufwirtschaft relevant sind. Es handelt sich vielmehr um Themen, für die aufgrund bedeutender Massenströme oder eines hohen Potentials für die Kreislaufwirtschaft zuerst Maßnahmen ergriffen werden sollen. Die hier dargestellten Maßnahmen wurden im Rahmen eines umfangreichen Beteiligungsprozesses mit Teilnehmenden aus Wirtschaft, Zivilgesellschaft, Umwelt- und Verbraucherschutzverbänden sowie den Ländern diskutiert oder dort eingebracht.

4.2 Digitalisierung und Circular Economy

Digitalisierung spielt für die erfolgreiche Umsetzung der Kreislaufwirtschaft eine zentrale Rolle[79]. Digitale Technologien sind Enabler und Treiber für Zirkularität in Deutschland und weltweit. Die Bundesregierung kooperiert eng mit Partnerländern im „globalen Süden“, um digitale Lösungen und Produktpässe weltweit zu etablieren (vgl. Kap. 6). Die zentrale Voraussetzung für viele Maßnahmen und Strategien der Circular Economy ist dabei die Transparenz in der Wertschöpfungskette. Physische Stoffströme müssen mit digitalen Datenströmen verknüpft werden. Auf dieser Grundlage können die Lebenswege von Materialien und Produkten über die Wertschöpfungsstufen nachverfolgt werden. Das ermöglicht die Analyse und letztlich auch Optimierung von Stoffströmen und Ressourceneinsatz. Weitere Ansatzpunkte ergeben sich für neue Geschäftsmodelle der Kreislaufwirtschaft wie Product-as-a-Service-Angebote oder auch spezifische digitale Lösungen und Plattformen. Hiermit kann der nachhaltige Konsum gefördert und die Reparatur und Wiederverwendung gestärkt werden. Es lassen sich das Wegwerf- und Entsorgungsverhalten besser lenken und Märkte für Sekundärrohstoffe stärken, um Ressourcen im Kreislauf zu halten. Daten und das Wissen zu realen Stoffströmen und zur Wirkung von Kreislaufwirtschaftsstrategien und -maßnahmen sind darüber hinaus die Grundlage für ein effektives Umsetzungsmonitoring und die Evaluierung und Weiterentwicklung von Politikmaßnahmen.

Um Deutschland als Technologieführer für digitale Circular Economy zu etablieren, werden in den folgenden Bereichen konkrete Maßnahmen die Potentiale der Digitalisierung für eine Circular Economy genutzt:

Die Basis der digitalen Kreislaufwirtschaft legen: Mit digitalem Produktpass und Datenräumen mehr Transparenz zu Produkten, Stoffströmen und Ressourcenverbrauch schaffen

Der digitale Produktpass (DPP) wurde von der Europäischen Kommission initiiert. Der DPP ist in der EU-BattVO zur Einführung ab 2027 vorgegeben, wird in der Ökodesign-Verordnung definiert und ist u.a. auch in den Entwürfen der Regulierungen für Spielzeuge, Detergenzien und Bauprodukte vorgesehen. Über die nächsten Jahre wird auf Basis der vorgesehenen konkreten EU-Regeln für die einzelnen Produktgruppen nahezu jede Branche ihre Produkte und Materialien mit digitalen interoperablen Digitalen Produktpässen ausstatten.

Der DPP soll nach Absicht der EU ein zentraler Informationsträger in einer digital-unterstützten Kreislaufwirtschaft werden. Er kombiniert Datensätze von Materialien und Produkten bspw. zu Inhaltsstoffen, Reparierbarkeit, Recyclingfähigkeit, die zwischen den verschiedenen Akteurinnen und Akteuren der Wertschöpfungskette geteilt und digital verarbeitet werden können. Über den Produktlebenszyklus hinweg sollen diese Datensätze mit weiteren Informationen der Produktnutzung bspw. zu durchgeführten Reparaturen ergänzt werden. Derzeit läuft die konzeptionelle Entwicklung des DPP und der ermöglichenden Technologien. Neben regulatorischen Vorgaben zu den Kernelementen Data Carrier, Unique Identifier und zentraler Registratur sind öffentlich geförderte Projekte auf Bundes- und EU-Ebene mit konkreten Entwicklungen des DPP befasst. Ein Standardisierungs-Request der EU unter Federführung des DIN erarbeitet bis Ende 2025 die notwendigen Normen. (vgl. Kap. 3.4).

Schon jetzt werden immer mehr Daten in den industriellen Lieferbeziehungen zwischen Zulieferern und Abnehmern ausgetauscht. So bilden sich gemeinsame Datenräume der Kreislaufwirtschaft (Circular Economy Data Spaces). Das gilt für die DPPs genauso wie für spezifische Segmente einer einzelnen industriellen Lieferkette oder für aggregierte Betrachtungen von Sektoren und Industrien. Die Aufgabe ist daher, mit den Datenräumen einen dezentralen, vernetzten Wissensspeicher der Circular Economy zu schaffen, welcher datenbasierte Kollaborationen ermöglicht und die Skalierung wirksamer Systemlösungen fördert.

Die Einführung des DPP und der Aufbau von Datenökosystemen schaffen neue Möglichkeiten für die systemweite Analyse von Stoff- und Warenströmen. Voraussetzung ist, dass Daten unterschiedlicher Herkunft miteinander verknüpft und z.B. mit Blick auf spezifische Materialien, kritische Rohstoffe oder den Anteil von Produktgruppen oder von zirkulären Angeboten ausgewertet werden können. Geschäftsgeheimnisse und Datenschutz sind zu gewährleisten ist. Dabei gilt es zu beachten, dass bei globalen Wertschöpfungsketten internationale Standardisierung über die Normungsarbeit und Vergleichbarkeit von Analyse- und Messdaten erreicht werden muss.

Die deutsche Wirtschaft hat auf Basis von Industrie 4.0 Technologien wichtige Voraussetzungen für die Umsetzung von DPP geschaffen, aber viele Unternehmen und Branchen werden noch Unterstützung für deren Einführung benötigen.

Ziel ist, bis 2030 die Informations- und Datensysteme für eine voll entwickelte digital-zirkuläre Wirtschaft in Deutschland zu etablieren, um es so den Unternehmen einfacher zu machen, relevante Informationen auszutauschen.

Maßnahmen

Zur Erreichung der Ziele sind auf Bundes- oder EU-Ebene u.a. die folgenden Maßnahmen erforderlich:

Eine **Initiative „Digitaler Produktpass“** um die Einführung des DPP mit geeigneten Datenraumkonzepten zu verbinden, wie diese z.B. in Manufacturing-X auf Basis der Industrie 4.0 entwickelt werden. Die Initiative soll geförderte Pilotprojekte (DPP-Leuchtturmprojekte) in Schlüsselsektoren (u. a. Kunststoffe, Textilien, Elektronik, Verpackungen, Batterien und Fahrzeuge, Bauwirtschaft und Gebäude) mit besonderer Relevanz vorbereiten und umsetzen, um Praxiserfahrungen zu sammeln und Kompetenzen aufzubauen. Um eine Diffusion und Skalierung der Datenraumlösungen zu ermöglichen, sollen in den DPP-Leitprojekten DPP-spezifische Use-Cases konzipiert und erprobt werden unter Einbeziehung von KMUs. Um Doppelarbeit zu vermeiden, sollte die Umsetzung an Manufacturing-X (MX) andocken, da hier bereits erste DPP Use Cases erprobt wurden und werden. Die Leitprojekte sollen zur durchgängigen und branchenübergreifenden Entwicklung in einem gemeinsamen Gremium, analog des Guidance-Board bei MX, zusammenarbeiten und ihre Entwicklungen abstimmen. Eine Abstimmung mit dem MX-Guidance-Board sollte erfolgen.

Zur Unterstützung der Einführung der Produktpässe werden insbesondere für KMU niedrigschwellige Angebote und Dienstleistungen im Rahmen von spezifischen Förderprogrammen entwickelt. Die Informations- und Förderangebote für KMU sollten auch seitens der EU gestärkt werden.

Kreislaufdienliche Ausgestaltung des DPP in Zusammenarbeit mit der Europäischen Kommission und dem Europäischen Parlament im Zuge der laufenden EU-Regulierung von Produktgruppen, effektiv und angemessen (Aufwand, Komplexität) auf Branchenebene.

Einrichtung einer **Koordinierungsstelle „Informationssysteme der Kreislaufwirtschaft“** im Rahmen der Plattform zur Begleitung der Umsetzung der NKWS (vgl. Kap. 7.2). Ziel dieser neuen Stelle ist eine Koordinierung der Akteurinnen und Akteure zur Sicherstellung von Konsistenz und Kompatibilität von Datenströmen und -anwendungen im Kontext der künftigen DPP, um Transparenz zu schaffen und den Transfer von Erfahrungen zu leisten.

Digitalisierung für Klima- und Ressourcenschutz in Design und Produktion

Besondere Bedeutung für die Kreislauffähigkeit eines Produkts hat die Design- und Konstruktionsphase am Beginn des Lebenszyklus, die ausschlaggebend ist für die Materialauswahl, Materialreduzierung, Reparierbarkeit und Recyclingfähigkeit (vgl. Kap. 3.2). Digitale Design- und Konstruktionswerkzeuge erleichtern z.B. durch KI-Unterstützung in Verbindung mit leicht zugänglichen und kontinuierlich verbesserten Materialdaten die Bewertung verschiedener Optionen der Zulieferkette und Materialien. Mit digitalen Lösungen lassen sich komplexe, multikriterielle Konstruktionsaufgaben und Optimierungsprobleme mit dem Ziel optimaler Ressourcenschonung lösen und ein virtuelles Engineering für die nachgelagerten R-Strategien von Beginn an durch Modellierung als sogenannter digitaler Zwilling mitdenken (z.B. repair, refurbish, remanufacture, repurpose). So wird eine

Modellierung von Produkten und Prozessen als digitaler Zwilling und eine ganzheitliche, vorausschauende Simulation der wirtschaftlichen und ökologischen Performance von zirkulären Lösungen über den gesamten Lebenszyklus möglich.

In der Produktion bietet der digitale Werkzeugkasten der Industrie 4.0 vielfältige Möglichkeiten zur optimierten Steuerung von Maschinen und Anlagen, z.B. mit Blick auf reduzierte Stillstandzeiten, effizientes Temperaturmanagement oder Vermeidung von Ausschuss und Abfällen. Auch hier bieten digitale Zwillinge von Anlagen und Prozessen neue Chancen für übergreifende Optimierungen.

Maßnahmen

- Initiierung einer Best Practice-Initiative zu Circular Economy Design Tools mit Entwicklerinnen und Entwicklern und Anbietern von Design- und Konstruktionstools und Entwicklung von Standards mit Stakeholdern für die effektive Nutzung digitaler Tools für zirkuläres Design (ggf. als Open Source Lösungen zur Nutzung für bestimmte Akteursgruppen, beispielsweise im europäischen Raum).

- Forschungsförderung zum Einsatz von (generativer) KI zu Entwurf und Optimierung zirkulärer Produkte und Prozesse (inkl. Möglichkeiten zur Verbesserung von Ressourcenschonung durch 3D-Druck und kreislauffähigem Leichtbau).

- Das BMUV beabsichtigt, in den kommenden Jahren gezielt (international ausgerichtete) Forschungsprojekte des Umweltbundesamtes anzustoßen, die die umweltrelevante Referenzdatenbasis (LCA-Daten) erweitern und Verfahren für die perspektivische Nutzung der künftigen DPP-Daten erarbeiten, damit unabhängige, qualitätsgesicherte Umweltdaten im DPP vorliegen.

Wertschöpfung an Kreislaufwirtschaft ausrichten: Das datenbasierte Management von zirkulären Geschäftsmodellen erleichtern

Im Zielbild der Circular Economy wird eine einzige einheitliche und konsistente Datenbasis im Unternehmen für alle Prozesse unternehmerischer Planung, Steuerung und Reporting verwendet.

Maßnahmen

Das BMWK wird Pilotprojekte für eine Toolbox „Integrierte Unternehmens- & Produktionsplanung für die Circular Economy" und deren Integration in Business Software durch Best Practice-Initiativen von Industrie und Softwareanbietern fördern. Die Toolbox soll sich am Kontext von Industrie 4.0 und Manufacturing X orientieren, um Kompatibilität und Interoperabilität mit bestehenden Planungs-Systemen sicherzustellen.

Initiativen zur Stärkung von digitalen Circular Economy Kompetenzen in der Berufs- und Hochschulausbildung und in Kooperation mit den Ländern auch konkrete Bildungsmodule sollen weiter vorangetrieben werden (z.B. Lerninhalte zu computergestützter Konstruktion und Engineering sowie zu zirkulärer Wertschöpfung und Unternehmenssteuerung).

Zudem ist die Forschungs- und Innovationsförderung in diesem Bereich zu stärken, bspw. im Rahmen der KI-Leuchtturminitiative des BMUV.

Circular Economy im Alltag erleichtern: Mit Digitalisierung nachhaltigen Konsum fördern, Produktlebensdauern verlängern sowie die Reparatur und Wiederverwendung stärken

Digitalisierung prägt immer stärker den Konsum der privaten Haushalte und kann damit zu einem wichtigen Hebel für Klima-, Umwelt- und Ressourcenschutz im Alltag werden. Im digitalen Konsum werden derzeit über Plattformen und Onlinehandel durch (personalisierte) Werbung, Social Media Influencing und das Design der Kaufprozesse immer neue Konsumanreize mit entsprechend zum Teil negativen Umweltwirkungen gesetzt. Ein zentraler Ansatzpunkt ist daher, Informationen mit Relevanz für die Circular Economy nutzungsfreundlich aufzubereiten und z.B. während der Kaufentscheidung – gerade beim Online-Shopping – bereitzustellen (Markttransparenz). Zudem können digitale Assistenzsysteme wie Apps, die Konsumentinnen und Konsumenten schon bei der Suche und Bewertung von Konsumoptionen oder im Alltag unterstützen, z.B. durch Pflegehinweise, automatische Wartungserinnerungen etc. Durch digitale Plattformen kann die gemeinsame Nutzung von Produkten in einer Sharing Economy oder die Weiternutzung als Second-Hand-Ware ermöglicht werden.

Maßnahmen

Zur Erreichung der Ziele sind auf Bundes- oder EU-Ebene u.a. die folgenden Maßnahmen erforderlich:

im Zuge der Entwicklung des DPP, die Verknüpfung der Produkte im Onlinehandel mit Informationen über die Zirkularität und insbesondere über deren Reparierbarkeit. Dies soll die Basis für entsprechende Vergleichsportale schaffen.

Weitere Stärkung der Gleichbehandlung von stationärem Handel und Onlinehandel bei den Vertreiber- und Informationspflichten nach dem ElektroG. Verbesserte Informations- und Beratungsangebote für Verbraucherinnen und Verbraucher schaffen, u.a. mit den Verbraucherzentralen, um Konsumentinnen und Konsumenten auf die Einführung des DPP vorzubereiten und sie zur Nutzung der Daten zu befähigen. Dazu gehört auch auf die Möglichkeit der Reparatur hinzuweisen, sowie Weiternutzung und Wiederverwertung im Rahmen der Umweltbildung.

Online-Plattformen und Fulfilment-Dienstleister sollen ihren Beitrag dazu leisten, dass ausschließlich solche Produkte auf den deutschen Markt gebracht werden, die die europäischen Anforderungen erfüllen und für die die Hersteller auch ihre Herstellerverantwortung übernommen haben.

Erarbeitung eines Konzepts für digitale Lösungen und Maßnahmen, um nachhaltigen Konsum für die Kreislaufwirtschaft umfassend zu unterstützen. Dies umfasst Kaufentscheidungen ebenso wie die Lebenszeitverlängerung von Produkten bei der Nutzung. Vorhandene Entwicklungen (z.B. KI-basierte Sprachassistenten) werden einbezogen. Ein wichtiges Thema wird die Weiterentwicklung von Plattformen für ressourcenschonende Produkte, Dienstleistungen wie Reparatur und Sharing sowie Second-Hand-Angebote für eine auch überregionale Nutzung sein. Zudem sollen Maßnahmen für die Verbesserung qualitätsgesicherter Informationen – etwa durch Zertifikate und Umweltzeichen – erarbeitet werden.

Ressourcen im Kreislauf halten: Mit Daten das Wegwerf- und Entsorgungsverhalten lenken und Märkte für Sekundärrohstoffe stärken

Am Ende der Nutzungsphase kann Digitalisierung die gewerblich und privat Nutzenden dabei unterstützen, Abfälle zu vermeiden. Ein Schwerpunkt liegt hier auf der Schnittstelle zwischen privatem Haushalt bzw. Gewerbebetrieb und der Abfallwirtschaft, um so den Verlust von wertvollen Rohstoffen in den Restmüllfraktionen zu reduzieren. Im Betrieb hilft Digitalisierung bei der Optimierung von Logistik und Routenplanung sowie der Erkennung und Qualifizierung von Abfällen.

In der Phase von Aufbereitung und Recycling der erfassten Reststoffe erleichtern digitale Informationen die Nachverfolgung und Identifikation von Stoffflüssen für die Recyclingwirtschaft und erhöhen die Effizienz von Sortiertechnologien sowie die Qualität der Verwertung, daher ist die Etablierung und Weiterentwicklung dieser Systeme zur Aufbereitung zu fördern und zudem die Fortentwicklung und Etablierung digitaler Handelsplattformen als wichtige Kanäle für die Vermarktung von qualitätsgeprüften und zertifizierten Sekundärmaterialien und die Vernetzung der Recyclingbranche mit den abnehmenden Produzenten zu unterstützen.

Förderung von Pilotprojekten zur Verbesserung der digitalisierten Abfalltrennung, z. B. mittels KI-Anwendungen, über Wettbewerbspreise für Kommunen oder im Rahmen von Kommunikations- und Mobilisierungskampagnen.

Gemeinsam mit der Entsorgungswirtschaft wollen wir digitale Nachweise, Prozessdokumentation und Zertifikate für die Rezyklatqualität vorantreiben, auch als Basis digitaler Handelssysteme in allen wesentlichen Stoffströmen (vgl. Kap. 3.8).

Circular Economy messbar machen – Daten für Umsetzungsmonitoring

Der Übergang in eine Circular Economy ist ein langfristiger Prozess, der regelmäßig überprüft werden muss, um Anpassungen an veränderte Bedingungen zu ermöglichen.

Im Rahmen der Einführung von DPP soll eine anonymisierte Querschnittsauswertung von Daten zum Einsatz von sekundären Rohstoffen in ausgewählten Produktgruppen unter Beachtung des Datenschutzes und relevanter Schutzrechte für mehr Markttransparenz ermöglicht werden. Diese Daten sollen von der Deutschen Rohstoffagentur (DERA) aufbereitet werden.

DPP-Daten sollen auch für die Stärkung von Marktüberwachung und Vollzug im europäischen Raum nutzbar gemacht werden.

Flankiert wird dies durch neue Forschungsvorhaben, um Daten zu Umsetzungsstatus und Trends etwa von Reparatur oder Refurbishment für ein Monitoring quantitativ zu erfassen.

4.3 Zirkuläre und ressourceneffiziente Produktion

4.3.1 Status-Quo

Neben der Produktgestaltung, bei der die entscheidenden Weichen für einen zirkulären und rohstoffarmen Produktlebensweg gestellt und die Fertigungstechnologien weitestgehend festgelegt

werden, sind weitere Rahmenbedingungen für die Produktionsprozesse notwendig, um diese in Ressourceneffizienz und Zirkularität zu optimieren. Die Bundesregierung hat deshalb bereits 2012 das Deutsche Ressourceneffizienzprogramm ProgRess aufgelegt und fortgeschrieben. Es enthält u.a. Maßnahmen zur Steigerung der Ressourceneffizienz in der Produktion und bezieht bereits Maßnahmen zur inner- und überbetrieblichen Kreislaufführung mit ein.

Maßnahmen für Ressourceneffizienz und Zirkularität in der Produktion begegnen folgenden Hemmnissen:

- Die Umsetzung von Maßnahmen für Ressourceneffizienz und zirkuläre Produktion im unternehmerischen Alltag wird aufgrund kurzfristiger Kosten und fehlender Zeit- und Personalkapazitäten oftmals nicht in Betracht gezogen. Werden Maßnahmen in Unternehmen umgesetzt, fehlt es vielfach an einer fundierten Methodik zur Messbarkeit der Maßnahmen.

- Es fehlen produkt- und prozessspezifische Informationen für die Entwicklung und Umsetzung wirksamer Design-for-Circularity Lösungen, die eine hochwertige Kreislaufführung von Materialien gleichrangig zu einer Linearführung von Primärrohstoffen ermöglichen.

- Für Unternehmen ist derzeit die Verfügbarkeit von Sekundärmaterialien in Mengen und Qualitäten vielfach entweder in wirtschaftlicher Menge noch nicht verfügbar oder zu volatil und unsicher, um diese in die Designspezifikationen und Materialbeschaffungsroutinen für hochvolumige Qualitätsproduktionen aufzunehmen und so eine entsprechende Marktnachfrage zu erzeugen.

- Aufgrund des entweder fehlenden oder volatilen Marktes für wichtige Sekundärmaterialien herrscht ein hohes unternehmerisches Risiko und folglich Unsicherheiten bezüglich weitergehender, jedoch notwendiger Investitionen in Sortier-, Behandlungs- und Recyclingtechnologien.

4.3.2 Laufende Vorhaben auf nationaler und europäischer Ebene

Verschiedene Regelwerke und aktuelle Vorhaben bilden wichtige Grundlagen für Maßnahmen zur Umsetzung der vorstehenden Zielstellungen:

- Die bisherige EU-Ökodesign-Richtlinie und ihre Weiterentwicklung zur Ökodesign-Verordnung, u. a. mit Vorgaben zu Kreislauffähigkeit, Recyclinganteil und Informationspflichten inkl. des digitalen Produktpasses).

- Die EU-weit etablierten, abfallrechtlich verankerten Produktverantwortungssysteme, ihre nationale Umsetzung im Kontext des KrWG und ihre Weiterentwicklung.

- Standardisierung von Recyclingmaterialien auf Ebene der Normung der EU sowie im Rahmen der „Normungsroadmap Circular Economy“ von DIN/DKE/VDI.

- Überarbeitung der EU-Regulierungen zu Best available techniques REFerence documents (BREF) und der Industrial Emissions Directive (IED–Prozess), insb. BVT-Schlussfolgerungen und deren Umsetzung in deutsches Recht ermöglicht eine Verankerung zirkulären Wirtschaftens in den Betreiberpflichten in der Anlagengenehmigung.

4.3.3 Ziele

Auf Grundlage der in Kapitel 1.3 dargestellten Vision einer umfassenden Kreislaufwirtschaft für das Jahr 2045 und als Ergänzung des Leitbildes und der übergeordneten Ziele, die in Kapitel 2 formuliert werden, lassen sich für die Umsetzungsperiode der NKWS bis 2030 folgenden Zielstellungen benennen:

- Förderung gezielter Maßnahmen zur Steigerung von Ressourceneffizienz und zirkulärer Produktion insbesondere mittels Digitalisierung in kleinen und mittleren Unternehmen
- Bereitstellung gezielter Informationen und notwendiger Qualifikation über technologische Optionen zu Ressourceneffizienz und Zirkularität durch das Kompetenzzentrum für zirkuläre Wirtschaft
- Unterstützung bei der Entwicklung und Anwendung einer fundierten Methodik zur einfachen, unbürokratischen Messbarkeit von inner- und überbetrieblicher Zirkularität
- Erarbeitung umfassender Qualitätsstandards, u. a. basierend auf den festgestellten Normungsbedarfen der Normungsroadmap Circular Economy, für alle Sekundärrohstoffe sowie übergreifende Inputspezifikationen für alle mengenrelevanten Recyclingrouten bis 2030. Der Übertrag auf europäische Ebene erfolgt parallel.

4.3.4 Maßnahmen

Zur Erreichung der Ziele sind auf Bundes- oder EU-Ebene u.a. die folgenden Maßnahmen erforderlich:

Bei den vorgeschlagenen Maßnahmen handelt es sich um Anpassungen der Rahmenbedingungen für zirkuläre Produktionsprozesse sowie die Bewirtschaftung von Materialien in der zirkulären Produktion. Alle Maßnahmen und Instrumente stehen dabei in einer engen Wechselwirkung:

Förderung von Investitionen in Recycling und Ressourceneffizienz

Im Sinne zirkulären Wirtschaftens wird das BMUV-Umweltinnovationsprogramm (UIP) verstärkt innovative Demonstrationsprojekte, UIP-Leuchttürme Circular Economy, fördern.

Für bestehende und dafür geeignete Förderprogramme der Bundesregierung wird geprüft, ob diese unter dem Aspekt des zirkulären Wirtschaftens weiterentwickelt und ggfs. priorisiert werden können.

Prüfung der Einführung eines neuen Fonds zur Finanzierung von Pilot- und Demonstrationsanlagen, auf den Unternehmen unterschiedlicher Strukturen und Größenklassen gleichermaßen zugreifen können.

Unterstützung der Wirtschaft bei der zirkulären Ausrichtung durch digitale Technologien

Weiterführung, Verstetigung und Ausbau des erfolgreichen Förderprogramms „Digitale Anwendungen zur Steigerung der Ressourceneffizienz in zirkulären Produktionsprozessen“ (DigiRess) über 2025 hinaus. Unternehmen der Industrie, insbesondere KMU, werden dadurch unterstützt, Potentiale digitaler Lösungen noch besser für Kreislaufwirtschaft zu nutzen, damit ein Umstieg auf zirkuläre, ressourceneffiziente Produktions- und Wertschöpfungsprozesse gelingt. Weitere Fördermöglichkeiten für die Entwicklung innovativer digitaler Technologien und Geschäftsmodelle in der Kreislaufwirtschaft, insbesondere für Start-Ups und deren Kooperation mit etablierten Unternehmen für mehr Innovationen werden geprüft.

Beschleunigung von Investitionen in die zirkuläre Wirtschaft

Die Beschlüsse zur Beschleunigung von Planungs- und Genehmigungsverfahren („Pakt für Deutschland“) werden auch die Investitionen in eine zirkuläre Wirtschaft schneller voranbringen. Im Rahmen der Plattform für Kreislaufwirtschaft soll im Dialog mit den Unternehmen und Expertinnen und Experten geprüft werden, wo mögliche weitere Hemmnisse bestehen und wie diese zielführend zugunsten einer Beschleunigung des Übergangs zur Kreislaufwirtschaft abgebaut werden können. Des Weiteren wollen wir gemeinsam mit der Wirtschaft eine Investitions- und Innovationsoffensive anstoßen. Durch einen klaren rechtlichen und wirtschaftlichen Rahmen bieten wir Planungssicherheit. Flankierend soll auf Basis eines Gesetzes zur Verbesserung der Rahmenbedingungen für die Erprobung von Innovationen in Reallaboren und zur Förderung des regulatorischen Lernens (ReallaboreG) dieses auch für Investitionen in die zirkuläre Wirtschaft die Potentiale von Reallaboren genutzt und damit zentrale innovative Technologien schneller erprobt und in den Markt gebracht werden.

Schaffung von Markttransparenz über die Ressourceneffizienz verschiedener primärer und sekundärer Herstellungsrouten von Materialien

Um die Ressourceneffizienz der unterschiedlichen primären und sekundären Herstellungsrouten der Materialien für entsprechende Auswahlentscheidungen am Markt sichtbar zu machen, sind entsprechende Kennzahlen notwendig. Bislang noch fehlende Kennzahlen sollen in einem Forschungsprojekt ermittelt werden. Sie bilden den Aufwand an Ressourcen zur Bereitstellung z.B. einer Tonne eines bestimmten Materials ab.

Unterstützung einer kartellrechtskonformen Abstimmung der Hersteller über einheitliche Methoden zur transparenten Ermittlung und der Datentransparenz für die Ressourcen-Effizienzkennzahlen definierter Materialien, um ein Level-playing Field zwischen verschiedenen Materialrouten zu ermöglichen.

Mit der ProBas-Datenbank beim Umweltbundesamt werden solche Daten kostenfrei verfügbar gemacht und regelmäßig gepflegt und weiterentwickelt. Dies betrifft auch Daten, die es ermöglichen, die Reduktion von Treibhausgasemissionen zu berechnen, wie dies für einige Förderprogramme des Bundes und der Länder relevant ist.

Gezielte Weiterentwicklung der Systeme der Produkt-Verantwortung

Die Qualität von Sekundärrohstoffen hängt von den geltenden Standards ab. Auf europäischer Ebene ist zu diskutieren, ob neben Mengen (Quoten) auch die Sicherung der Qualitäten der Sortierfraktionen in der Produktverantwortung der Hersteller verankert werden sollte.

Dazu sollten verbindliche Anforderungen in der Zusammenarbeit mit den Anlagebetreibern und den Lieferanten der Sekundärrohstoffe, so wie der potentiellen Abnehmer an die Eingangsspezifikationen der Recyclingprozesse in der Produktverantwortung festgelegt werden.

Darüber hinaus ist auf EU-Ebene zu diskutieren, ob auch für Produktgruppen, die (bislang) nicht einem System der Produktverantwortung unterworfen sind, entsprechende Vorgaben z.B. im Rahmen von ESPR-Durchführungsverordnungen festgelegt werden.

Zirkularität in Unternehmensstrategien bringen: Zirkuläre und ressourceneffiziente Produktion in Umwelt- und Nachhaltigkeitsmanagementsysteme integrieren

Zirkularität muss in den Unternehmensstrategien berücksichtigt werden. Auf der Basis von Umwelt- und Nachhaltigkeitsmanagementsystemen (z.B. EMAS, DIN EN ISO 14.001) können Unternehmen und andere Organisationen systematisch die Potentiale für Zirkularität und zur Verringerung des Ressourcenverbrauchs in der Produktion identifizieren und die Beschäftigten sensibilisieren.

Weiterentwicklung und Werbung, dass mehr Unternehmen Umwelt- und Nachhaltigkeitsmanagementsysteme einführen und weitere bestehende Standards in die betriebliche Anwendung bringen.

Weiterentwicklung von Beratungs- und Qualifizierungsangeboten, insbesondere für KMU

Weiterentwicklung und Fortführung bestehende Beratungsangebote, wie beispielsweise vom Zentrum Ressourceneffizienz (VDI ZRE), da insbesondere KMU zielorientierte Unterstützung bei Entwicklung und Umsetzung von zirkulären und ressourceneffizienten Produkten und Produktionsprozessen benötigen.

Analog zu Ressourceneffizienz werden für zirkuläre Produkte und Produktionsprozesse zum Beispiel nach Branchen differenzierte Checklisten, Weiterbildungs- und Beratungsangebote entwickelt. Verzahnung und Weiterentwicklung auch bestehende Programme der Länder mit den Bundesangeboten für mehr Effektivität.

Start einer Qualifizierungsoffensive für zirkuläre Technologien und Geschäftsmodelle gemeinsam mit der Wirtschaft. Diese soll auch im Dialog mit den Ländern entwickelt, umgesetzt und ausgebaut werden.

Europäisches „Circular Economy Knowledge Center zur Beratung von KMU“ aufbauen

Einsatz auf EU-Ebene für die Nutzung bestehender Strukturen und Netzwerke (z.B. European Circular Economy Stakeholder Platform, Circular Cities and Regions Initiative)*, u*m die Vernetzung, den Wissenstransfer und die Sichtbarkeit von Institutionen, Initiativen und Aktivitäten auf nationaler und regionaler Ebene in Europa zu fördern, mit dem Ziel, ein Europäisches Circular Economy Knowledge Center aufzubauen. Dabei sollen technisches Wissen sowie unterstützende Werkzeuge und Aktivitäten für Geschäftsmodellinnovationen im Fokus stehen. Die Erfahrungen aus dem European Resource Efficiency Knowledge Center (EREK) werden berücksichtigt.

Effizienzstandards zur Erschließung von Potentialen aus (Kreislauf-)Materialien

Entwicklung geeigneter Materialeffizienz-Anforderungen im IED/BREF-Umsetzungsprozess (insb. BVT-Schlussfolgerungen) und eine Umsetzung in den Betreiberpflichten bei der Anlagengenehmigung.

Unterstützung der laufenden Prozesse des Informationsaustausches (auch) zu Best-Practice Beispielen für Möglichkeiten der Steigerung der Nutzungseffizienz eingesetzter (Roh-)Materialien und der (direkten) Verwertung von Nebenprodukten und Produktionsrückständen und Etablierung eines Dialogs auch mit den Ländern. Werden die Ergebnisse aus guten Beispielen in die BVT-Schlussfolgerungen überführt, kann im Rahmen der Verfahren der Anlagengenehmigung eine entsprechende Konkretisierung der generellen Betreiberpflichten des § 5 BImSchG erfolgen und die Umsetzung von entsprechenden Maßnahmen vorgegeben werden.

4.4 Fahrzeuge und Batterien, Mobilität

4.4.1 Status Quo

Der Fahrzeugbestand in Deutschland belief sich 2023 auf 48,8 Millionen Pkw sowie weitere 3,6 Millionen Lkw. Pro Haushalt stehen im Schnitt etwa 1,1 Pkw zur Verfügung[80]. Es sind zwei Trends zu beobachten, die den Prinzipien der Ressourcenschonung und einer Kreislaufwirtschaft entgegenstehen. Zum einen steigt der Anteil an großen, schweren PKWs und SUVs an den Neuzulassungen beständig an[81]. Zum anderen steigt auch die Anzahl elektronischer Geräte und Ausstattungselemente an, die in Pkw verbaut werden. Der Verband der Automobilindustrie e.V. (VDA) gibt den Anteil an Sekundärmaterialien in Neuwagen mit rund 30 Prozent an[82]. Alternative Geschäftsmodelle zum privaten Pkw spielen bisher eine untergeordnete Rolle. Zum Jahresbeginn 2024 zählte der Bundesverband Carsharing e.V. (bcs) in Deutschland insgesamt etwas über 5,5 Millionen Teilnehmende.

Mittel- bis langfristig dürften batterieelektrische Fahrzeuge in Folge der Anpassung der EU Flottengrenzwerte, in der beschlossen wurde, dass ab 2035 nur noch Nullemissionsfahrzeuge zugelassen werden dürfen, den überwiegenden Anteil an PKWs und leichten Nutzfahrzeugen darstellen. Was die Elektromobilität bei Straßenfahrzeugen anbelangt, so kommt dem Design, der Langlebigkeit und Kreislaufführung der Batterien eine besondere Bedeutung zu. Es handelt sich dabei um Elektrofahrzeug- und Starterbatterien (Lithium-Ionen und zukünftige Batteriesysteme) und Batterien in Geräten und leichten Verkehrsmitteln (LV-Batterien) und den darin enthaltenen (kritischen und strategischen) Rohstoffen.

Die folgenden Hemmnisse behindern eine Kreislaufwirtschaft für Fahrzeuge und Batterien:

- Für die elektromobilitätsspezifischen Bauteile in batterieelektrischen Fahrzeugen existiert bislang kein hinreichendes Reparaturnetzwerk. Des Weiteren fehlen auch wirtschaftlich und ökologisch nachhaltige Anleitungen für die Reparatur und/oder den teilweisen Austausch beschädigter Batterien für vor allem auch freie Werkstätten.

- Die Prognosen zur Entwicklung der Altbatterie-Rücklaufmengen (gesammelte Altbatterien und Batterieproduktionsabfälle) sind heterogen und erhöhen damit das Risiko zirkulärer Geschäftsmodelle. Gleichzeitig sind Investitionskosten für Bau und Ausstattung der Anlagen (bis zu 100 Millionen Euro) sehr hoch und es herrscht ein starker Wettbewerb gegenüber Primärrohstoffen, die im Mittel günstig verfügbar sind und eine höhere Akzeptanz genießen.

- Bei der Konstruktion werden nicht recycelbare Materialien und unauflösliche Materialverbindungen oder Verbundstoffen eingesetzt.

- Für relevante Anteile der endgültig stillgelegten Fahrzeuge ist der Verbleib nicht geklärt. Seit über zehn Jahren wurden wahrscheinlich rund 150.000 Altfahrzeuge jährlich von nicht anerkannten Betrieben demontiert oder illegal exportiert. Hier ist ein konsequenter Vollzug zu stärken, damit illegale Autoverbringung gestoppt wird, d. h. die Abmeldung von Altfahrzeugen ist nur mit Verwertungsnachweis möglich und Sammelstellen dürfen nur zugelassene Verwertungsanlagen sein.

4.4.2 Laufende Vorhaben auf nationaler und europäischer Ebene

Folgende Regelwerke und Vorhaben sind zurzeit bereits in Vorbereitung und sind wichtige Rahmenbedingungen für die Ziele der NKWS im Bereich Fahrzeuge und Batterien. Bei der Umsetzung der NKWS werden diese Rahmenbedingungen berücksichtigt:

- Auf europäischer Ebene wurde Ende Juli 2023 die neue Batterie-Verordnung (EU) 2023/1542 veröffentlicht. Mit der EU-BattVO nimmt die Europäische Union erstmals den gesamten Lebenszyklus von Batterien in den Fokus, die Nachhaltigkeit der Herstellungs- und Abfallphase werden in Zukunft zusammen gedacht. Die Batterieverordnung sieht unter anderem Mindestziele für das Recycling und Mindestrezyklateinsatzquoten für bestimmte Metalle, sowie einen digitalen Batteriepass vor. Um ein reibungsloses Zusammenspiel der EU-BattVO mit dem stark ausdifferenzierten deutschen Recht sicherzustellen, ist es erforderlich, das bisherige Batterierecht anzupassen. Hierzu hat die Bundesregierung einen Entwurf für ein Batterierecht-EU-Anpassungsgesetz beschlossen. Mit diesem soll das bisherige Batteriegesetz (BattG) durch ein Batterierecht-Durchführungsgesetz (BattDG) ersetzt werden. Dabei werden insbesondere Zuständigkeiten, Verfahrensregelungen und weitergehende Anforderungen an die Bewirtschaftung von Altbatterien getroffen.

- Im Juli 2023 hat die EU-Kommission einen Vorschlag für eine umfassende Überarbeitung der europäischen Altfahrzeug-Richtlinie zur „Verordnung über Anforderungen an die kreislauforientierte Konstruktion von Fahrzeugen und über die Entsorgung von Altfahrzeugen“ (End-of-Life-Vehicles-Regulation – ELVR) vorgestellt[83]. Der neue Vorschlag enthält Regularien zur Verbesserung des zirkulären Designs von Fahrzeugen und zur besseren Demontage von Komponenten, legt Rezyklateinsatzquoten für Kunststoffe fest und plant Rezyklateinsatzquoten für Metalle (nach Abschluss von zuvor notwendigen Studien). Zudem soll die Verwertung von Altfahrzeugen verbessert werden, indem die Anforderungen an die Bauteilseparation und -

verwertung erhöht werden. In einem digitalen „Fahrzeugpass“ sollen Reparatur- und Demontageinformationen erfasst werden. (Ökonomische) Anreize sollen die Wiederverwendung und Remanufacturing/Refurbishment stärken. Eine verbesserte Sammlung von Altfahrzeugen erhofft man sich durch die Einführung eines digitalen Verwertungsnachweises, der bei Abmeldung eines Altfahrzeugs der Zulassungsbehörde übermittelt werden muss, die Festlegung klarer Kriterien zur Unterscheidung von Gebraucht- und Altfahrzeugen sowie Anforderungen an den Export von Gebrauchtfahrzeugen. Zudem soll der Verordnungsvorschlag der Kommission zur Verbesserung der Kreislauffähigkeit der Automobilindustrie auf weitere Fahrzeugklassen ausgeweitet werden.

4.4.3 Ziele

Auf Grundlage der in Kapitel 1.3 dargestellten Vision einer umfassenden Kreislaufwirtschaft für das Jahr 2045 und als Ergänzung des Leitbildes und der übergeordneten Ziele, die in Kapitel 2 formuliert werden, gelten für dieses Handlungsfeld zusätzlich die folgenden Ziele:

- **Signifikante Erhöhung der Recyclingfähigkeit von Pkw:** Deutschland setzt sich in den EU-Verhandlungen im Rahmen der ELVR für Anforderungen an Langlebigkeit, Reparierbarkeit und hochwertiges Recycling einzelner Materialien ein.

- Ausbau des gut funktionierenden, legalen **Marktes für gebrauchte (Ersatz-)Bauteile**, weitere Nutzung des Marktes auch durch Versicherungen und effektiv Einstellung des Marktes **auf den Antriebswechsel**.

4.4.4 Maßnahmen

Design for Circularity von Fahrzeugen (Langlebigkeit, Reparierbarkeit, Recycling)

Die Bundesregierung unterstützt die im Vorschlag der EU-Kommission zur ELVR in Artikel 9 vorgesehene Verpflichtung der Hersteller, Kreislaufstrategien zu erarbeiten. Sie wird darauf hinwirken, dass diese Strategien Rücknahmekonzepte, konkrete Ausführungen zur Langlebigkeit, Reparierbarkeit von Fahrzeugen und allen zentralen Bauteilen, zum Sekundärrohstoffeinsatz (sowohl für Kunststoffe als auch für Metalle) sowie zu regelmäßigen Konsultationen mit Vertreterinnen und Vertretern von Demontage-, Entsorgungs- und Recyclingbetrieben beinhalten müssen.

Etablierung einer Plattform für zirkuläres Batteriedesign

Etablierung einer Plattform für zirkuläres Batteriedesign in Zusammenarbeit mit Wirtschaft, Gewerkschaften und Wissenschaft. Ziel ist, das Batteriedesign als zentralen Hebel zur Verbesserung der Zweitnutzungs- und Recyclingfähigkeit zu nutzen. Hierfür sollen in einem breiten, partizipativen Ansatz spezifische Schritte definiert werden, wie ein verbessertes zirkuläres Batteriedesign entwickelt werden kann (beispielsweise für Elektrofahrzeugbatterien als größtes Marktsegment). Um die Plattform möglichst schnell zu etablieren, soll wie von der Allianz für Transformation empfohlen, auf bestehende Vorarbeiten wie zum Beispiel die Circular Economy Initiative Deutschland (CEID) und den Battery Pass als erstes Umsetzungsprojekt oder die Plattformen von VDMA und dem Verband der Elektro- und

Digitalindustrie (ZVEI) aufgesetzt werden. Die Aktivitäten der Plattform sollen mit denen der Länder abgestimmt und abgeglichen werden.

Strategische Planung des Recyclings von E-Fahrzeug Batterien

Durch die Berichtspflichten von Herstellern und Abfallbewirtschaftern nach der EU-BattVO werden zukünftig auch zu Elektrofahrzeugaltbatterien Daten zu gesammelten, zur Wiederverwendung/Umnutzung vorbereiteten und recycelten Mengen erhoben. Datenzugang und Datenauswertung sollten eine Abschätzung der zukünftig notwendigen Verwertungskapazitäten ermöglichen. Informationen zur Lebensdauer der Batterien kommt dabei eine besondere Bedeutung zu. Dieses strategische Wissen erlaubt eine fundierte Planungssicherheit für die notwendige Recycling- und Sammelinfrastruktur. Zusätzlich ist dadurch ein Abgleich des theoretischen mit dem tatsächlichen Rücklauf von Alt-Batterien möglich. Die Daten zur Effizienz der Sammelsysteme können zur Prüfung der Eignung und Weiterentwicklung von Anreizsystemen genutzt werden. Gleichzeitig kann somit vermieden werden, dass neuwertige, noch nicht im Fahrzeug eingesetzte Batterien recycelt werden (z.B. wegen Überschreitung der Lagerzeit / durch die Einführung neuer Batteriesysteme). Es sollten auch Konzepte und Geschäftsmodelle für einen zweiten Lebensweg „2nd-Life“ (Wiederaufarbeitung/ (Vorbereitung zur) Wiederverwendung/ (Vorbereitung zur) Umnutzung) von Batterien aus der Elektromobilität weiterentwickelt werden. Beim Recycling ist sicherzustellen, dass die erhaltene Schwarzmasse auf dem europäischen Markt bleibt

Verbesserung der Informationslage zum Verbleib von (Alt-)Fahrzeugen / Vermeidung illegaler Verwertung und Exporte

Erhöhung der Transparenz über den Verbleib von (Alt-)Fahrzeugen. Es sollen geeignete und verhältnismäßige Maßnahmen entwickelt werden, um zu verhindern, dass der Verbleib einer hohen Zahl an endgültig stillgelegten Fahrzeugen sich nicht nachweisen lässt, wie dies zurzeit der Fall ist. Diese Fahrzeuge werden damit nicht behandelt, wie von der EG-Altfahrzeugrichtlinie und der deutschen Altfahrzeugverordnung vorgesehen. Damit sollen auch die zahlreichen anerkannten kleinen und mittelständischen Demontagebetriebe in ihrer betrieblichen Existenz gestärkt werden.

Weiterentwicklung der Altfahrzeugverwertung durch Separationspflichten oder Verpflichtungen zur Metallentfrachtung

Deutschland erreicht die massenbezogenen Verwertungsquoten für Altfahrzeuge seit vielen Jahren. Es braucht aber qualitativ weiter entwickelte Fraktionen aus der Verwertung von Altfahrzeugen (möglichst rein und langfristig kreislauffähig). Daher ist zu prüfen, ob weitere Pflichten zu Entfernung von Bauteilen in den Demontagebetrieben (z. B. Leiterplattenstücke und Magnete) und Verpflichtungen zur Metallentfrachtung aus Schredderrückständen erforderlich sind und rechtlich verankert werden sollen.

4.5 IKT und Elektro(nik)geräte

4.5.1 Status-Quo

Die Nutzungs- und Lebensdauer von Elektro(nik)geräten ist in den letzten Jahren zurückgegangen, das Reparaturniveau ist anhaltend niedrig. Als Konsequenz stieg die in Verkehr gebrachte Menge von Elektro(nik)geräten kontinuierlich an. Im Jahr 2022 betrug sie bereits 3,26 Millionen Tonnen, was einer Verdoppelung in den letzten 10 Jahren entspricht (2013: 1,6 Millionen Tonnen). Bei Elektroaltgeräten (EAG) blieb die jährliche Sammelquote in den letzten Jahren deutlich unter der aktuell gesetzlich vorgegebenen Sammelquote von 65 Prozent. Im Jahr 2021 wurde eine Sammelquote von nur 38,6 Prozent erreicht. Hohe Erfassungsverluste führen dazu, dass die Gesamtausbeute an Sekundärrohroffen viel geringer ausfällt, als potentiell möglich ist[84].

Unter den Hemmnissen für die Umsetzung einer Circular Economy bei Elektro(nik)geräten spielen v.a. die vorherrschenden Marktbedingungen sowie die Kostenstruktur eine zentrale Rolle. Defektanfällige Geräte, Software-Obsoleszenz, neue Technologietrends und der Wunsch der Konsumentinnen und Konsumenten nach immer neuen Produkten führen zu einem erhöhten Konsum von Elektro(nik)geräten. Reparaturen unterbleiben häufig u.a. aufgrund des reparaturverhindernden Designs, geringer Qualität von Produkten und schlechter Rahmenbedingungen für die unabhängigen Reparaturbetriebe. Hohe Reparaturkosten im Vergleich zu Kaufpreisen von (günstigen) Neuprodukten sowie der geringe Restwert des zu reparierenden Produktes verringern die Reparaturbereitschaft der Konsumentinnen und Konsumenten. Darüber hinaus führen teilweise mangelnde Sorgfalt bei der Sammlung und Rücknahme sowie eine zum Teil unvollständige Vorbehandlung, Trennung und Sortierung von Altgeräten und ihren Fraktionen zu einer unzureichenden Schadstoffentfrachtung und Wertstoffseparierung. Das schränkt die optimale Rückgewinnung der Materialien ein bzw. führt zu Fehlsortierungen. Die Rückgewinnung von (zum Teil kritischen und strategischen) Rohstoffen, v.a. die in niedrigen Konzentrationen, kann mit den derzeitigen Recyclingansätzen nicht kostendeckend erfolgen.

4.5.2 Laufende Vorhaben auf nationaler und europäischer Ebene

Folgende Regelwerke und Vorhaben sind zurzeit bereits in Vorbereitung und stellen wichtige Rahmenbedingungen für die Ziele der NKWS dar:

EU-Ökodesign-Verordnung (ESPR): Diese Verordnung ist der Neuerlass der Ökodesign-Richtlinie und die Erweiterung ihres Anwendungsbereiches, um den Großteil aller Produkte abzudecken und Aspekte wie Materialeffizienz, Haltbarkeit, Wiederverwendbarkeit und Reparierbarkeit, Rezyklatanteile und Informationspflichten einschließlich eines digitalen Produktpasses einzuführen. Mit dem Start der Verhandlungen zu Einzelmaßnahmen für Produktgruppen ist ab Ende 2025 zu rechnen. Die ESPR macht für nicht verkaufte Produkte (Überhänge und Retouren) ein Vernichtungsverbot und eine Berichtspflicht grundsätzlich möglich.

Elektro- und Elektronikgerätegesetz (ElektroG): In Umsetzung des Koalitionsvertrages ist noch in dieser Legislaturperiode eine Überarbeitung des ElektroG vorgesehen. Ein entsprechender Entwurf wurde am

16. Oktober 2024 durch die Bundesregierung vorgelegt. Damit sollen die Ziele einer Steigerung der Sammelmengen an Altgeräten, der Minimierung der Brandrisiken durch einen unsachgemäßen Umgang mit batteriehaltigen Geräten, eine verbesserte Rückgewinnung ressourcenrelevanter Metalle und Kunststoffe bei der Altgerätebehandlung sowie die Förderung der Vorbereitung zur Wiederverwendung verfolgt werden.

4.5.3 Ziele

Die Verlängerung der Lebens- und Nutzungsdauer von Elektro(nik)geräten ist der wichtigste Hebel zur Verringerung der Umweltauswirkungen und des Rohstoffbedarfs.

Auf Grundlage der in Kapitel 1.3 dargestellten Vision einer umfassenden Kreislaufwirtschaft für das Jahr 2045 und als Ergänzung des Leitbildes und der übergeordneten Ziele, die in Kapitel 2 formuliert werden, gelten für dieses Handlungsfeld zusätzlich die folgenden Ziele:

- Design for Circularity ist das Schlüsselprinzip auch für Elektro(nik)geräte. Diese sind grundsätzlich für eine lange technische Lebens- und Nutzungsdauer, Wiederverwendung, Reparaturen, Remanufacturing (dt. Wiederaufarbeitung), Repurposing (Umnutzung für einen anderen Verwendungszweck) und Recycling designt, um Materialien möglichst lange im Kreislauf zu halten.
- Kreisläufe sollen möglichst geschlossen und negative, soziale Auswirkungen in der Lieferkette reduziert werden.
- Software- und Sicherheits-Updates werden hinreichend lange bereitgestellt sowie Upgradability von Software und Hardware ermöglicht.
- Elektro(nik)geräte werden auch von Verbraucherinnen und Verbrauchern lange genutzt und wiederverwendet.

4.5.4 Maßnahmen

Zur Erreichung der Ziele sind auf Bundes- oder EU-Ebene u.a. die folgenden Maßnahmen erforderlich:

Förderung des Designs for Circularity

Das Design soll eine stärkere Ausrichtung auf die Gesichtspunkte der Kreislaufwirtschaftstauglichkeit ermöglichen, wie z.B. Reparierbarkeit, Langlebigkeit, leichter Zugang zu Reparaturinformationen, Vermeidung gefährlicher Stoffe, leichter Zugang zu und Ausbau von Komponenten, Ersatzteilen, Batterien sowie von schadstoffhaltigen Teilen, Verwendung von recycelbaren Materialien sowie von Rezyklaten, Verwendung von Materialkombinationen und Verbindungen, die – soweit technisch vertretbar - eine einfache Demontage und Trennung der Einzelteile ermöglichen. Unterstützung im Rahmen der Ökodesign-Verordnung horizontale Regelungen, um bei IKT-Produkten eine herstellerübergreifende Nutzung und den Austausch von Teilen zu ermöglichen, z.B. Akkus, einheitliche Anschlüsse und Netzteile. Dadurch wird die Nutzungsdauer verlängert, es müssen insgesamt weniger Komponenten angeboten werden und es wird die Reparierbarkeit und Verfügbarkeit von Ersatzteilen erleichtert.

Stärkung der Wiederverwendung bei IKT und Elektro-Geräten

Die Öffentliche Beschaffung besitzt in vielen Teilmärkten eine große Marktmacht und Vorbildfunktion. Im Rahmen der Prüfung einer möglichen Neufassung der Beschaffungsleitlinien für den Bund (AVV Klima und Umwelt) unter Berücksichtigung der Ergebnisse des Vergabetransformationspakets soll auch die bevorzugte Beschaffung von gebrauchten und wiederaufgearbeiteten IKT- und Elektronikprodukten berücksichtigt werden (vgl. Kap. 4.11).

Es ist auch zu prüfen, ob die öffentliche Hand ihre Altgeräte wieder in den Kreislauf einspeist. (z.B. durch Teilnahme an refurbishment Plattformen, Spenden an Schulen, gemeinnützige Organisationen o.ä.).

Der Markt für wiederverwendete (refurbished) Elektrogeräte wächst, aber ihr Anteil am Gesamtmarkt liegt noch auf einem geringen Niveau. Um dem Markt Aufschwung zu verleihen und an Second-Life-Geräten interessierten Konsumentinnen und Konsumenten Produkte eindeutig erkennbar zu machen, sind verlässliche Qualitätssiegel notwendig.

Unterstützung der Einführung eines Qualitätssiegels durch Anbieter von refurbished Elektrogeräten, das Verbraucherinnen und Verbraucher bei der Identifikation geeigneter Angebote zur Wiederverwendung unterstützt. Um diese Siegel im Rahmen von öffentlichen Ausschreibungen ebenfalls genutzt werden können, sollten vergaberechtliche Vorgaben mitberücksichtigt werden.

In der Gesellschaft wächst das Bewusstsein für die Verlängerung der Lebens- und Nutzungsdauer von Elekrtro(nik)geräte, was zu höhere Sammel- und Verwertungsquoten führt. Zahlreiche, meist private Initiativen tragen maßgeblich dazu bei und sollen unterstützt werden, beispielsweise Handysammelaktion (z.B. bei ALBA Berlin oder in Schulen).

Es ist zu prüfen, wie das bestehende Mengenmonitoring als Grundlage für weitergehende rechtliche Regelungen weiterentwickelt werden kann.

Stärkung der Kreislaufführung am Lebensende

Um die werthaltigen Bestandteile von IKT und Elektro(nik)geräten an ihrem technischen Lebensende oder durch Konsumpräferenzen bedingten Nutzungsende bestmöglich erneut in die Wertstoffkreisläufe einzubringen, sind getrennte Sammlung, Sortierung und Verwertung zu verbessern.

Mehr Altgeräte separat und möglichst zerstörungs- und schadensfrei zu erfassen, erfordert zunächst, den Vollzug, der auch in der Zuständigkeit der Länder liegt, mit Blick auf ElektroG und GewAbfVO zu stärken. Dazu gehört neben einer leicht zugänglichen Sammelinfrastruktur und einer besseren Aufklärung der Verbraucherinnen und Verbraucher auch, den illegalen Export von Elektroaltgeräten zu verringern sowie innereuropäische Verbringung zwecks Vorbereitung zur Wiederverwendung und Recycling voranzubringen, um wiederverwendbare oder rezyklierbare Geräte, Teile und Materialien im Binnenmarkt im Kreislauf halten zu können (vgl. analoge Maßnahmen in den Kap. 4.4 sowie 4.6).

Bessere Verwertung von Elektroaltgeräten

Im Zusammenhang mit der anstehenden Revision der WEEE-Richtlinie sollte sich dafür eingesetzt werden, dass hier weitergehende Anforderungen an die Behandlung von Altgeräten insbesondere im Hinblick auf die Förderungen eines qualitativ hochwertigen Recyclings geprüft werden. Dies umfasst z.B.

auch werkstoffspezifische Zielvorgaben und Rezyklateinsatzquoten. In diesem Zusammenhang wird auch zu diskutieren sein, ob und ggfs. wie eine Ökomodulation in der erweiterten Herstellerverantwortung auf europäischer Ebene verankert werden soll, um Anreize für zirkuläre IKT und Elektro(nik)geräte zu schaffen.

Ein wichtiges flankierendes Instrument ist die Förderung von Forschung und Entwicklung (F&E), beispielsweise im Hinblick auf offene Innovationen. Open-Source-Hardware erleichtert aufgrund erhöhter Transparenz und Zugänglichkeit die Wartung, Reparatur und Aufarbeitung sowie auch das Recycling von IKT und Elektro(nik)geräten. Open-Source-Software hingegen kann die Langlebigkeit von Hardware unterstützen, indem sie die langfristige Kompatibilität mit Software unterstützt. Hierzu gehört es, zu prüfen, ob in bestehenden Förderprogrammen die Entwicklung und Skalierung offener Innovationen gefördert werden kann oder ggf. eigene Fördermaßnahmen dafür vorzusehen sind.

4.6 Erneuerbare Energien-Anlagen

4.6.1 Status-Quo

Um die gesetzten Klimaschutzziele in Deutschland zu erreichen, ist ein massiver Ausbau der Energiegewinnung aus Erneuerbaren Energien (EE) erforderlich, die bis zum Jahr 2030 mindestens 80 Prozent des Bruttostromverbrauchs abdecken sollen. Speziell für Energie aus Windenergieanlagen (WEA) und Photovoltaik-Anlagen (PV-Anlagen) ist eine Verdreifachung der Ausbaugeschwindigkeit vorgesehen – womit auch ein signifikanter zusätzlicher Rohstoffbedarf entstehen wird. Dazu gehören Beton, Stahl und Verbundmaterial für WEA sowie Glas, Aluminium und Metalle wie Silizium für Photovoltaik-Module (PV-Module). Um die fluktuierende Energiegewinnung zu integrieren, müssen zudem Stromnetze und Speicheroptionen mit ebenfalls entsprechenden zusätzlichen Rohstoffbedarfen massiv ausgebaut werden.

Mit Blick auf Versorgungsrisiken und die Bedeutung für die europäische Wirtschaft werden einige Rohstoffe, u.a. Technologiemetalle, im CRMA als kritisch bzw. mit Blick auf ihre Bedeutung für Umwelt-, Digital- und Verteidigungstechnologien als „strategisch“ angesehen[85], so dass eine hochwertige Rückgewinnung dieser Rohstoffe zunehmend wichtig wird. Die Novelle des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) sieht u.a. vor, dass spätestens ab Mitte 2028 alle neu eingebauten Heizungen mit mindestens 65 Prozent EE betrieben werden müssen. In Neubaugebieten und größeren Städten gilt das bereits früher. Damit werden Wärmeerzeuger wie z.B. Wärmepumpen zunehmend Öl- und Gasheizungen ersetzen, um die Wärmeversorgung zu dekarbonisieren. Damit sinken die Rohstoffbedarfe bspw. für Kupfer, Stahl oder Aluminium für fossile Heizanlagen, steigen aber zunächst für Wärmepumpen.

Der Status Quo der Zirkularität bei EE-Anlagen unterscheidet sich dabei erheblich und je nach eingesetzten Rohstoffen: z. B. von weitgehend etablierten hochwertigen Recycling-Kreisläufen für Kupfer und zum Teil Aluminium, über Downcycling von Glas bis hin zur noch linearen minderwertigen Verwertung, beispielsweise für Indium aus PV-Modulen sowie Faserverbundwerkstoffen in den Rotorblättern von WEA, wo das hochwertige Recycling bisher mangels Wirtschaftlichkeit noch nicht über Pilotverfahren hinauskommt. In der Vergangenheit wurde bereits intensiv an technischen Lösungen geforscht, aus denen bislang aber noch keine (wirtschaftliche) Marktreife hervorgegangen ist.

Mit Blick auf eine technische Lebensdauer von ca. 20 bis 30 Jahren beispielsweise für WEA oder PV-Module und den Beginn des Hochlaufs dieser Technologien angereizt insbesondere durch das Erneuerbare-Energien-Gesetz aus dem Jahr 2000 ist für die kommenden Jahre ein sehr starker Anstieg des Abfallaufkommens sowohl bei PV-Modulen[86] als auch bei WEA zu erwarten, für die jetzt entsprechende Infrastrukturen zur ordnungsgemäßen Rücknahme sowie umweltgerechten und hochwertigen Verwertung aufgebaut bzw. ausgebaut werden müssen. Die rechtlichen Ausgangslagen unterscheiden sich dabei deutlich zwischen den verschiedenen Technologien: PV-Module unterliegen dem ElektroG und somit der (geteilten) Produktverantwortung; hingegen sind bei WEA die Betreiber verpflichtet, entsprechende Rücklagen für den Rückbau vorzusehen.

Das Recycling der unterschiedlichen Anlagenkomponenten von WEA unterliegt unterschiedlichen allgemeinen und spezifischen Regelungen (wie z.B. der Abfallhierarchie § 6 KrWG, der GewAbfV, der Altöl-Verordnung, dem Batteriegesetz oder der ErsatzbaustoffVO). Wärmepumpen fallen zum Teil in den Anwendungsbereich der Richtlinie über Elektro- und Elektronik-Altgeräte (WEEE-RL[87]) bzw. des nationalen ElektroG.

Für die Entsorgung, Behandlung und Verwertung ist grundsätzlich der Hersteller verantwortlich. Als ortsfeste Großanlagen (bzw. ortsfeste Einrichtungen) können Wärmepumpen aber auch vom Anwendungsbereich des ElektroG ausgeschlossen sein, dann richtet sich die Entsorgung nach den Vorgaben des KrWG. Als Kältemittel verwendete F-Gase (z.B. teilfluorierte Kohlenwasserstoffe (HFKW)) müssen vom Anlagenbetreiber nach der F-Gas-Verordnung[88] zurückgewonnen werden, damit sie recycelt, aufgearbeitet oder zerstört werden. Nach der Chemikalien-Klimaschutzverordnung (ChemKlimaschutzV) sind die Hersteller und Vertreiber von F-Gasen verpflichtet, diese zurückzunehmen oder die Rücknahme sicherzustellen.

Die Hemmnisse für die Kreislaufführung von Rohstoffen aus EE-Anlagen sind komplex und unterscheiden sich wie dargestellt stark zwischen den einzelnen Rohstoffgruppen und Anwendungen. Beispielsweise werden für mineralische Baurohstoffe wie Beton in WEA schon heute hohe Recyclingquoten erreicht, die Herausforderungen liegen hier stärker in den Anreizen für ein möglichst hochwertiges Recycling bzw. der Vermeidung von Downcycling (vgl. Kap. 4.8). Bei WEA stellen sich die Herausforderungen insbesondere bei Rotorblättern. Die damit verbundenen Leichtbau-Potenziale sind ein wichtiger Faktor für den schnellen Hochlauf der Windenergieproduktion. Gleichzeitig ist das hochwertige Recycling glasfaserverstärkter Kunststoffe bisher kaum wirtschaftlich, daher wird die Glasfaser z.B. bei der Zementklinkerherstellung im Zementwerk rohstofflich genutzt.[89] Aus carbonfaserverstärkten Kunststoffen (CFK) lassen sich die Carbonfasern mittels Pyrolyse zurückgewinnen, die Anlagenkapazität muss sich jedoch an die Prognose der Abfallmengen anpassen.[90] Hinzu kommen hohe Unsicherheiten über die tatsächlich in Rotorblättern eingesetzten Materialien[91]. Auch für die in getriebelosen Rotoren eingesetzten Permanentmagnete fehlt es in der Regel noch an wirtschaftlichen Anreizen für eine separate Erfassung, so dass diese häufig mit dem Stahlschrott zusammen verwertet und damit nicht weiter genutzt werden.

Der beschädigungsfreie Abbau, Transport sowie die ordnungsgemäße Erfassung von PV-Anlagen bzw. PV-Modulen sind zentrale Anforderungen für eine (Vorbereitung zur) Wiederverwendung oder das hochwertige Recycling und die Rückgewinnung von Rohstoffen wie Glas oder (kritischen bzw.

strategischen) Technologiemetalle wie Silizium, Indium und Gallium. Zudem fehlen praxisorientierte Anforderungen, Kriterien und Anwendungshilfen, die bei der Entscheidung helfen, ob ein (Alt-)Modul noch als funktionsfähiges gebrauchtes Gerät weiterverwendet oder als Abfallbewirtschaftungsmaßnahme zur Wiederverwendung vorbereitet werden kann oder zu recyceln ist. Speziell hinsichtlich der Entsorgung von PV-Altmodulen im privaten Gebrauch fehlt sowohl den Bürgerinnen und Bürgern als auch den mit dem Abbau beauftragten Handwerksbetrieben häufig noch das Bewusstsein für die richtige Entsorgung bzw. fehlen Anreize für die Abgabe an entsprechenden Sammel- und Rücknahmestellen. Häufig fehlt es auch bei den Abfallsammelstellen der öffentlich-rechtlichen Entsorgungsträger an geeigneter Infrastruktur. Zu geringe Mengen an Altmodulen behindern die großtechnische (und wirtschaftliche) Etablierung von Recyclingverfahren, insbesondere für Dünnschichtmodule. Parallel dazu gibt es auch Hinweise auf die illegale Verbringung von (eigentlich) Abfall-Modulen ins Ausland[92]. Auch das Produktdesign ist noch nicht auf eine optimale Zerlegung und Materialtrennung ausgerichtet. Sandwichverbünde müssen so gestaltet sein, dass sowohl eine Reparatur als auch das hochwertige Recycling und die Rückgewinnung kritischer Rohstoffe nicht verhindert werden. Die Förderung von (anwendungs-)sicherem und nachhaltigem Design sind daher von besonders hohem Stellenwert.

Spezielle Herausforderungen zeigen sich bei Wärmepumpen sowie bei Schaltanlagen in PV-Anlagen und WEA, in denen hoch klimabelastende F-Gase eingesetzt werden, die daher gemäß der F-Gas-Verordnung zurückgewonnen werden müssen, um anschließend recycelt, aufgearbeitet oder zerstört zu werden. Hier bestehen EU-weite gesetzliche Regelungen und Verpflichtungen zur Rücknahme, Entsorgung und Behandlung von Wärmepumpen, die dem ElektroG unterliegen, andererseits fehlen spezielle Entsorgungsregelungen (z.B. Rücknahmestrukturen) für Wärmepumpen, die nicht dem ElektroG unterliegen.

4.6.2 Laufende Vorhaben auf nationaler und europäischer Ebene

EE-Anlagen werden in verschiedenen europäischen und nationalen Vorhaben adressiert: Die europäische WEEE-RL, die national durch das ElektroG umgesetzt ist, definiert u.a. verbindliche Recyclingquoten für PV-Module und Wärmepumpen und befindet sich aktuell in der Konsultationsphase für eine Überarbeitung. Auf nationaler Ebene werden in der Elektro- und Elektronik-Altgeräte-Behandlungsverordnung (EAG-BehandV)[93] erste Anforderungen für mehr Zirkularität an die Erstbehandlung und das Recycling von PV-Modulen sowie grundsätzlich alle Elektrogeräte und Bauteile aus Elektrogeräten (z.B. auch aus Wärmepumpen im Anwendungsbereich des ElektroG) gestellt. Die Europäische Kommission ist zudem dabei, Regelungsvorschläge für PV-Module, Wechselrichter und PV-Komplettsysteme zu entwickeln.

Zur Zirkularität von Wärmepumpen wird von der Internationalen Energieagentur (IEA) aktuell eine eigene Arbeitsgruppe gegründet, die sich auf der internationalen Ebene mit Ansätzen für eine optimierte Kreislaufführung dieser Anlagen auseinandersetzen soll. Auch die Industrie hat das Thema aufgegriffen und ist teilweise Selbstverpflichtungen in Richtung Zero Waste für das Jahr 2040 eingegangen bzw. hat diese angekündigt.

4.6.3 Ziele

Auf Grundlage der in Kapitel 1.3 dargestellten Vision einer umfassenden Kreislaufwirtschaft für das Jahr 2045 und als Ergänzung des Leitbildes und der übergeordneten Ziele, die in Kapitel 2 formuliert werden, gelten für dieses Handlungsfeld zusätzlich die folgenden Ziele:

Im Feld der EE-Anlagen ergeben sich unterschiedliche Zielvorgaben, die in einen sinnvollen Ausgleich gebracht werden müssen. Mit Blick auf das Ziel der Treibhausgasneutralität bis zum Jahr 2045 ist ein deutlich zunehmender Ausbau der EE notwendig. Dabei sollte vor allem für kritische bzw. strategische Technologiemetalle auf eine hochwertige Schließung von Stoffkreisläufen abgezielt werden, um damit sowohl direkt zum Ressourcen- und Klimaschutz beizutragen und gleichzeitig die Resilienz von Lieferketten für die EE-Branche zu erhöhen.

Nationale und europäische Ziele:

- Rückgewinnung der kritischen Rohstoffe aus Windenergieanlagen und PV-Modulen, in Orientierung an den Zielen des CRMA
- Erarbeitung technologischer Standards zur Skalierung von Rücknahmeinfrastrukturen
- Hochwertige Verwertung oder Weiterverwendung demontierter Rotorblätter bis zum Jahr 2040
- Entwicklung und Operationalisierung konkreter Indikatoren zur Recyclingfähigkeit der Produkte und ihrer Komponenten bis zum Jahr 2030

4.6.4 Maßnahmen

Nachfolgend werden Maßnahmen und Instrumente für WEA, PV-Module und Wärmepumpen auf Bundes- oder EU-Ebene dargestellt, die zur Erreichung der Ziele erforderlich sind. Auch eine Rolle spielen bspw. Energiespeicher oder Biogasanlagen, die ebenfalls einen substanziellen Beitrag zum Ausbau der EE leisten. Diese sollen im Rahmen der weiteren Umsetzung der NKWS näher untersucht werden.

Um die Transparenz über in WEA (hier insbesondere Rotorblättern), PV-Modulen und Wärmepumpen enthaltenen Materialien und ihre Verarbeitung zu erhöhen, soll sich auf europäischer Ebene für diese EE-Anlagen für die Einführung eines digitalen Produktpasses eingesetzt werden, um einen entsprechenden Informationsfluss sicherzustellen.

Es bedarf einer europäischen Regelung, um für die in der Regel in Europa bzw. international hergestellten Anlagen(-komponenten) einheitliche Verwertungskonzepte sicherzustellen. Die Hersteller sollten bereits bei der Planung und beim Bau von Neuanlagen die Aspekte der später notwendigen Stilllegung oder Ertüchtigung ihres Produkts berücksichtigen. Dies sollte die Erstellung von Plänen und die Dokumentation beinhalten, wie etwa welche Materialien und Komponenten wo verbaut wurden, welche externen Zulieferer dafür ausgewählt wurden, inwieweit auf die Vermeidung problematischer Stoffe/Teile geachtet wurde, wie die Anlage, ihre Komponenten und Materialen später abgebaut,

zerlegt und entsorgt werden sollte und mit welchen Aufwänden beim späteren Rückbau und der Entsorgung zu rechnen ist.

4.6.5 Maßnahmen: Windenergieanlagen

Zirkuläres Anlagendesign fördern

Um die Kreislaufführung einzelner Komponenten von WEA zu stärken, die heute noch nicht hochwertig recycelt werden (können), sollen Impulse für ein stärker zirkulär ausgerichtetes Produktdesign gesetzt werden. Hierzu soll sich auf europäischer (und möglichst auf internationaler) Ebene im Dialog mit den Anlagenherstellern dafür eingesetzt werden, dass Standards zum Design von Rotorblättern entwickelt werden, z.B. zur Zerlegbarkeit oder der sauberen Trennbarkeit von faserhaltigen Teilen der Rotorblätter. Dazu soll auf der DIN SPEC 4866 aufgebaut werden, in der bereits entsprechende Konzepte gemeinsam mit der Industrie entwickelt werden; diese DIN SPEC ist zeitnah auch in internationale Normungsprozesse einzubringen. Das BMWK unterstützt entsprechende Technologieentwicklungen im Rahmen des Energieforschungsprogramms.

Recycling optimieren

Während Anreize für ein zirkuläres Produktdesign erst für zukünftig errichtete WEA greifen werden, braucht es für die in den kommenden Jahren stark ansteigende Anzahl außer Betrieb gesetzter Anlagen optimierte Demontage- und Recyclingprozesse.

Hierzu sollen untergesetzliche Verordnungsbestimmungen erlassen werden, wonach CFK-haltige Abfälle nicht in Abfallverbrennungsanlagen entsorgt und nicht oder nur bei Beachtung bestimmter Maßgaben in Zementöfen energetisch verwerten werden dürfen. Parallel dazu wird geprüft, ob Qualitätsanforderungen an Verwertungsbetriebe für Rotorblätter bzw. Entsorgungsfachbetriebe für die Entsorgung faserhaltiger Abfälle entwickelt werden sollten. Es soll hierzu an die Länder herantreten werden, um (weitere) Maßnahmen abzustimmen. Ziel ist dabei auch, die landesrechtlichen Vorgaben einheitlich im Sinne der NKWS fortzuentwickeln. Dies darf allerdings nicht zu einer ausschließlichen Deponierung solcher Abfälle führen.

Es braucht daher gleichzeitig eine fokussierte Forschungsförderung für innovative Recyclingverfahren für GFK/ CFK-Abfälle und andere relevante Abfallströme (z.B. Balsaholz). Das BMWK betreibt entsprechende Forschungsförderung im Rahmen des Energieforschungsprogramms.

Zur Förderung des Recyclings von Permanentmagneten soll die Umsetzung konkreter Maßnahmen in Umsetzung des CRMA geprüft werden, wie die umfassende Erfassung der Produktströme (Monitoring) inklusive der Ex- und Importe von Schrotten, den Aufbau einer Sammellogistik für Permanentmagnete aus den relevanten Herkunftsbereichen, die Einführung von Sammel- und Recyclingquoten für Permanentmagnete oder die Förderung von Anlagen zur Wiederverwendung und des Recyclings von Permanentmagneten.

Über das Recycling hinaus sollen auch innovative Anwendungen zur Wiederverwendung („reuse“) oder Weiterverwendung einzelner Komponenten für andere Zwecke („repurposing“) gefördert werden, bspw. in Form von Demonstrationsvorhaben. So können etwa Rotorblätter als Bauteile in

Lärmschutzwänden, Produktionshallen, Bühnen, Aussichtstürmen oder schwimmenden Pontons (off-shore) wiederverwendet werden. Durch einen solchen „Re-Use-Ansatz“ ließen sich CO_2-Emissionen und Kosten einsparen[94] und durch ein „Second Life“ 10-20 Jahre Zeit gewinnen, in denen innovative Recyclingverfahren weiterentwickelt werden können.

4.6.6 Maßnahmen: Photovoltaik-Module

Nutzungsdauer von Photovoltaik-Modulen verlängern und zirkuläres Anlagendesign fördern

PV-Module besitzen eine lange technische Lebensdauer, wobei das Lebensdauerende bei Wegfall der Förderung sowie der Demontage der Module bzw. ganzer PV-Anlagen häufig noch nicht erreicht ist. Ziel muss daher eine Verlängerung der Nutzungsdauer durch „Second-Life“-Maßnahmen sein, also die Reparatur und Wiederverwendung bzw. Vorbereitung zur Wiederverwendung von gebrauchten bzw. Abfall-PV-Modulen, um den Verbrauch von Primärrohstoffen und -ressourcen sowie Umweltauswirkungen zu reduzieren. Dafür soll ein digitaler Dokumentationsleitfaden entwickelt werden, der den Umgang mit ausgedienten, abzubauenden Modulen erfasst und beschreibt und hierfür eindeutige und nachprüfbare Kriterien definiert. Hierzu soll zukünftig auf Daten aus zu entwickelnden digitalen Produktpässen für PV-Module aufgebaut werden. Praxisorientierte Checklisten, nachprüfbare Kriterien und Handlungsanweisungen sollen als zentraler Bestandteil des Leitfadens u.a. die Unterscheidung zwischen Abfall und Nicht-Abfall vereinfachen, auch um illegale (Abfall-)Behandlungen und -Verbringungen zu reduzieren und zu vermeiden.

Es soll geprüft werden, ob die Herstellerverantwortung gestärkt werden kann, indem zukünftig bei der verpflichtenden Anmeldung einer PV-Anlage bei der Bundesnetzagentur (BNetzA) immer auch die rechtsverbindliche Registrierungsnummer[95] angegeben werden sollte (ohne den Bürokratieaufwand zu erhöhen, bspw. automatisiert), um sicherzustellen, dass nur legal in Verkehr gebrachte und sichere Module in Betrieb gehen und Hersteller sich nicht ihrer organisatorischen und finanziellen Entsorgungsverantwortung am Lebensende entziehen.

Durch die NKWS sollen auch Anreize für ein zirkuläres Produktdesign gesetzt werden. PV-Module zeichnen sich heute durch eine hohe Komplexität aus, die auf die Optimierung der Stromerträge und Reduktion der Effizienzverluste abzielt, aber das Recycling dabei mitunter deutlich erschwert. Einzelne Materialfraktionen bzw. Komponenten müssen möglichst einfach demontierbar und reparierbar gestaltet werden, ohne dabei die Haltbarkeit, Leistungsfähigkeit und Wirtschaftlichkeit der Module zu beeinträchtigen. Für ein solches „Design for Circularity“ soll sich auf europäischer Ebene eingesetzt werden.

Entsorgung optimieren

Für installierte PV-Module bzw. bestehende PV-Anlagen, die in den kommenden Jahren vermehrt das Ende ihrer Nutzungsphase erreichen werden, wird die Entsorgungskette gestärkt – von der Sammlung und Rücknahme über die (Erst-)Behandlung bis hin zur Rückgewinnung von Rohstoffen. Hierzu sollen zukünftig bei Stilllegung einer PV-Anlage bei der BNetzA automatisch Hinweise an die Haushalte verschickt werden, wie die PV-Altmodule ordnungsgemäß und umweltgerecht zu entsorgen sind. Ebenso werden Betreiber von großflächigen PV-Anlagen und Solarparks auf die ordnungsgemäße

Entsorgung hingewiesen. Es soll zudem geprüft werden, ob darüber hinaus bei größeren Abfallmengen auch konkrete Nachweispflichten für die ordnungsgemäße Entsorgung notwendig sind, ohne den Bürokratieaufwand zu erhöhen (bspw. digital und automatisiert).

Im Hinblick auf die anstehende Überarbeitung der WEEE-Richtlinie soll geprüft werden, wie die Vorgaben für ein hochwertiges Recycling von PV-Modulen weiterzuentwickeln sind; eine mögliche Option ist die Einführung stoffspezifischer Recyclingquoten, die sich auch an den Zielen Langlebigkeit, Reparaturfähigkeit und Wiederverwendbarkeit von PV-Modulen orientieren sollten, sowie EU-einheitlicher Behandlungsstandards.

Es sollen zum Auf- und Ausbau von Recyclingkapazitäten spezielle Investitionsprogramme gefördert werden (vgl. Kap. 3.5), insbesondere für CIGS-Dünnschichtmodule als auch für kristalline Siliziummodule.

Für die Rückgewinnung von Silizium, Indium und Gallium aus PV-Modulen sollen weitere Forschungsvorhaben unterstützt werden, um entsprechende (wirtschaftliche) Verfahren marktreif zu machen. Zusätzlich soll für neue PV-Technologien wie „building-integrated"-Module, Perowskit-Solarzellen oder PV-Folien(-Module) die Entwicklung von Verfahren zum hochwertigen Recycling unterstützt werden.

Um die richtige Entsorgung nicht mehr genutzter PV-Module zu unterstützen, sollen die Chancen und Risiken verschiedener Modelle geprüft werden. Zudem sollen Entsorgungshinweise für Handwerksbetriebe und -verbände sowie für Nutzende entwickelt und verstärkt kommuniziert werden.

4.6.7 Maßnahmen: Wärmepumpen

Die Potenziale zur Ressourcenschonung bei Wärmepumpen sind sehr unterschiedlich. So ist zwischen „kleinen" Hausgeräten und „großen" Wärmepumpen in der Industrie sowie in der Nah- und Fernwärmeversorgung zu unterscheiden. Kleine Hausgeräte haben eine größere Stückzahl und einen entsprechend großen Markt. Nachfolgend wird der Fokus auf kleine Wärmepumpen gelegt.

Zirkuläres Anlagendesign fördern

Wärmepumpen werden schon heute aufgrund ihrer positiven Materialwerte in der Regel separat verwertet. Angesichts des jetzt notwendigen Hochlaufs im Kontext der Wärmewende sollten jedoch auch Anreize für ein zirkuläres Design gesetzt werden, in dem die Upgrade-Fähigkeit der Anlagen sowie die Reparierbarkeit einzelner Komponenten in den Fokus gerückt wird. Dies ist auch für die Verbraucherinnen und Verbraucher zentral, damit sie ihre Wärmepumpe so lange wie möglich nutzen können. Hierfür soll sich auf europäischer Ebene einsetzt werden.

Zugleich sollen hierzu Forschungsvorhaben gezielt unterstützt werden, die u.a. auf Ergebnisse der IEA SHC Task 71[96] zu Lebenszyklusanalysen bei Wärmepumpen bzw. der IEA HPT Task[97] zu Circular Economy aufbauen.

Unterstützung zirkulärer Geschäftsmodelle

Für die Zirkularität von Wärmepumpen wird es zentral auf die Unterstützung entsprechender Geschäftsmodelle ankommen, durch die sich eine möglichst effiziente Nutzung und hochwertige Kreislaufführung der Anlagen auch auszahlt (beispielsweise im Kontext von „Heating as a Service“[98]).

Hierzu sollen mögliche regulatorische Hemmnisse beispielsweise von Contracting-Modellen gegenüber den klassischen Vertriebsstrukturen geprüft und adressiert werden, so etwa mit Blick auf die notwendigen Rücknahmesysteme (reverse logistics).

Zur weiteren Begleitung des Hochlaufs von Wärmepumpen soll ein Monitoring entwickelt werden, aus dem sich mögliche notwendige Weiterentwicklungen der Produktverantwortung ableiten lassen.

Aufbau einer optimierten Entsorgung

Wärmepumpen werden in der Praxis häufig nicht entsprechend den Vorgaben des ElektroG entsorgt, oft aus Unwissenheit, aufgrund der Marktstrukturen sowie weil (Groß-)Wärmepumpen (und ortsfeste Anlagen) vom Anwendungsbereich des ElektroG ausgenommen sein können und dann der Entsorgungsweg ein anderer (ggf. nicht ordnungsgemäßer oder nicht umweltgerechter) ist. Damit Wärmepumpen richtig entsorgt werden, sollen Entsorgungshinweise für Handwerksbetriebe und -verbände ebenso wie für Nutzende entwickelt und verstärkt kommuniziert werden. Zudem soll auch geprüft werden, inwieweit verpflichtende Rücknahmesysteme zu einer verbesserten Kreislaufführung für Produkte oder einzelne Komponenten/Rohstoffe beitragen können.

4.7 Bekleidung und Textilien

4.7.1 Status-Quo

Jedes Jahr werden in Deutschland knapp 19 kg Textilien pro Person konsumiert. Das entspricht insgesamt 1,56 Millionen Tonnen Textilien. Etwa 1 Million Tonnen werden als Alttextilien gesammelt.[99] Die Konsumausgaben für Bekleidung und Schuhe in Deutschland betrugen in 2022 rund und 77,7 Milliarden Euro und stiegen mit wenigen Ausnahmen in den letzten 30 Jahren kontinuierlich an[100] – vor allem aufgrund der sogenannten Fast Fashion. Damit verschärfen sich die mit der Produktion sowie mit den Textilabfällen assoziierten Probleme in Form von steigenden Treibhausgasemissionen, Chemikalienverbräuchen und deren Umweltwirkungen, Düngemittelmengen sowie einer steigenden Wasserentnahme.[101] Vor allem betrifft diese Umweltproblematik Länder des „globalen Südens“, die Textilien produzieren und Gebrauchttextilien wieder importieren. Auch sind nach wie vor soziale Herausforderungen in den Herstellungsländern mit dieser Industrie verbunden wie z. B. Kinderarbeit und niedrig bezahlte Arbeitskräfte.[102]

Hemmnisse für die Umsetzung einer Circular Economy für Textilien sind ganz unterschiedlicher Natur. Eine wichtige Rolle spielen die Marktbedingungen sowie die Kostenstruktur: Kurzlebig designte Textilerzeugnisse werden überwiegend von Großabnehmern aus Ländern mit niedrigen Arbeitskosten und niedrigen Arbeits- und Umweltstandards importiert und zu niedrigen Preisen angeboten. Zusätzlich werden immer mehr Textilien über Online-Plattformen aus Drittstaaten direkt an Verbraucherinnen und

Verbraucher geliefert. Zirkuläre Geschäftsmodelle können mit diesem globalen Angebotsmarkt überwiegend nicht konkurrieren. Niedrige Preise für Neuware, kurzlebiges Design und begrenzte Bereitschaft oder Möglichkeit, Textilien zu reparieren und Gebrauchtware zu nutzen, führen zu geringer gesellschaftlicher Wertschätzung von Textilien. Darüber hinaus fehlen Anreize für technische Innovationen und Investitionen am Lebensende von Textilien. Auch beim Design wird Kreislauffähigkeit von den meisten Herstellern noch oft nicht mitgedacht. Für eine funktionierende Kreislaufführung ist es wichtig, bei der Produktion von Textilien auf Langlebigkeit, Haltbarkeit, Wiederverwendbarkeit und Reparierbarkeit zu achten, die Kreislauffähigkeit von Textilien bereits beim Design mitzudenken und Informationen über diese und weitere relevante Aspekte wie beispielsweise die Materialzusammensetzung entlang der Lieferkette zwischen Textillieferanten, Markenketten und Textilrecyclern weiterzugeben. Diese Informationsweitergabe ist aktuell häufig unzureichend. Hier gilt es nachzubessern.

Bei technischen Textilien sind deutsche Hersteller und Forschungseinrichtungen in Europa führend. Zunehmend spielt auch hier das Thema Circular Economy eine wichtige Rolle. Diese Potenziale gilt es zu nutzen, z.B. im Rahmen des sog. Cross-Cyclings (Aufbereitung von Textilien für hochwertige Anwendungen in anderen Branchen).

4.7.2 Laufende Vorhaben auf nationaler und europäischer Ebene

Viele wichtige Maßnahmen sind Gegenstand aktueller Diskussionen und Rechtsetzungsvorhaben, in vielen Fällen auf EU-Ebene. Relevant sind insbesondere:

- Die EU-Strategie für nachhaltige und kreislauffähige Textilien (2022) der Europäischen Kommission gibt einen Rahmen und eine Vision für einen nachhaltigen und zirkulär wirtschaftenden Textilsektor bis zum Jahr 2030 vor. Diese wird derzeit durch unterschiedliche horizontale Rechtsakte umgesetzt.

- Bei der EU-Ökodesign-Verordnung sind Textilien eine der ersten Produktgruppen für produktgruppenspezifische Regelungen (vgl. Kap. 4.5.2).

- Die EU-Abfallrahmenrichtlinie (2008/98/EG) verpflichtet die EU-Mitgliedstaaten, die Entstehung von Abfällen zu vermeiden. Ein von der Europäischen Kommission im Juli 2023 vorgelegter Vorschlag für eine gezielte Überarbeitung der Abfallrahmenrichtlinie sieht eine erweiterte Herstellerverantwortung für Textilien, Textilprodukte und Schuhe aus Haushalten mit umweltbezogener Gebührenstaffelung vor.

- Ab 2025 schreibt das KrWG eine getrennte Sammlung von Textilabfällen und Textilien für die Wiederverwendung vor.

- Ein für 2025 angekündigter Vorschlag für eine neue EU-Textilkennzeichnungsverordnung soll u.a. die Faserkennzeichnung bei Textilien verbessern, konkrete Vorgaben an den Digitalen Produktpass definieren und die Weitergabe der zukünftigen Informationsanforderungen entlang der Wertschöpfungskette vereinfachen.

- Durch die novellierte EU-Verordnung über die Verbringung von Abfällen werden die Regelungen zum Export von Textilabfällen verschärft.

4.7.3 Ziele

Auf Grundlage der in Kapitel 1.3 dargestellten Vision einer umfassenden Kreislaufwirtschaft für das Jahr 2045 und als Ergänzung des Leitbildes und der übergeordneten Ziele, die in Kapitel 2 formuliert werden, gelten für dieses Handlungsfeld zusätzlich die folgenden Ziele:

- Erhöhung der Anzahl der Betriebe, die Bekleidung und Textilien primär zur Wiederverwendung verkaufen oder verleihen, sowie der Beschäftigten und des Umsatzes in solchen Betrieben. Festlegung eines quantifizierbaren Ziels bis Ende 2025.
- Gesteigerter Umsatz mit haltbarer Kleidung und in zirkulären Geschäftsmodellen.
- Gesteigerter Einsatz von rezyklierten Fasern in der Textilproduktion.

4.7.4 Maßnahmen

Das Handlungsfeld umfasst neben Bekleidung, Schuhen und Lederwaren auch Heimtextilien. Aufgrund der großen und wachsenden Mengen von Bekleidung adressieren die folgenden Maßnahmen vor allem diesen Bereich. Grundsätzlich ist festzustellen, dass es bisher gerade im Bereich Textilien keine sektorspezifischen Regelungen gibt. Dies ändert sich aktuell durch die unter Punkt 4.7.2 dargestellten Vorhaben, die wesentlich dazu beitragen werden, die unter 4.7.3 dargestellten Ziele zu erreichen. Es ist sinnvoll, die Einführung und Umsetzung dieser Regelungen und ihre Auswirkungen auf den Binnenmarkt genau zu beobachten. Sollten diese in den nächsten Jahren nicht die gewünschten Erfolge zeigen, muss geprüft werden, ob die Einführung zusätzlicher Maßnahmen auf EU- und/oder nationaler Ebene notwendig und zielführend sind.

Branchendialog zu zirkulären Geschäftsmodellen

Dialog zwischen Bund und Unternehmen über eine branchenspezifische Lösung, um den Umsatz mit haltbarer Kleidung / in zirkulären Geschäftsmodellen zu erfassen und zu erhöhen. Auch der Einsatz von rezyklierten Fasern soll erhöht werden. Technologien für eine automatisierte Sortierung von Fasermaterialien und für die Entfernung von Additiven und Farbstoffen z.B. mit Hilfe von Enzymen werden zur Einsatzreife weiterentwickelt.

Mindestanforderungen für Langlebigkeit

Einsatz für EU-Produktregelungen für Textilien, um im Rahmen der ESPR ambitionierte Mindestanforderungen für die Langlebigkeit festzulegen und Rahmenbedingungen zu schaffen, um den Einsatz von rezyklierten Fasern zu erhöhen.

Bewusstseinswandel und Information

Ein Kultur- und Bewusstseinswandel bei Verbraucherinnen und Verbrauchern ist ein wesentlicher Beitrag zur Transformation des Textilsektors. Um den Sektor zirkulär auszurichten, sollten Textilien haltbar sein, und lange genutzt werden. Neukäufe, im sog. Fast-Fashion-Segment mit geringer Qualität und Lebensdauer sollen verringert werden. Informations- und Aufklärungskampagnen zur Wertschätzung langlebiger Kleidung, eine verstärkte Sichtbarkeit und Verfügbarkeit von zirkulären Dienstleistungen und entsprechende Kommunikationsstrategien der Unternehmen leisten einen wichtigen Beitrag, Konsummuster dauerhaft zu verändern und können zu einem Bewusstseinswandel führen, der dann wiederum die Nachhaltigkeit des Textilsektors fördert.

Erforderlich sind entsprechende Informations- und Aufklärungskampagnen, ggf. in Abstimmung mit Hersteller- und Handelsverbänden. Mögliche Anlässe sind der Tag der Reparatur, die europäische Dachkampagne „Europäische Woche der Abfallvermeidung“ oder die Fortschreibung des Abfallvermeidungsprogramms des Bundes und der Länder.

Die Sensibilisierung von Unternehmen in geeigneten vorhandenen Gremien und/oder Veranstaltungen muss vorangetrieben werden. Wichtig für die Ansprache der Verbraucherinnen und Verbraucher sind auch Informationen direkt am Point of Sale. Des Weiteren sollen Unternehmen motiviert werden, auch neue Geschäftsmodelle zu erproben und zu etablieren, deren Wirtschaftlichkeit nicht von steigenden Neukäufen abhängt, wie z. B. Product-as-a-Service-Modelle.

Eine weitere Säule dieser Maßnahme ist ein Austausch mit kommunalen Institutionen, wie dem Deutschen Städtetag und kommunalen Verwaltungen. Gemeinsam soll darüber beraten werden, wie die Sichtbarkeit und gute Erreichbarkeit von Anbietern zirkulärer Angebote in den Innenstädten erhöht werden kann.

Erfassung von Textilabfällen verbessern und hochwertiges Recycling fördern

Es sollte perspektivisch eine separate Erfassungsquote für Textilabfälle geprüft werden. Dazu müssten F&E von Logistik, Sortiersystemen, Recycling- und Nachweistechnologien sowie Weiterverarbeitung von recycelten Fasern gefördert werden, um die Recyclingkapazitäten in Deutschland zu erhöhen. Dies ist eine Voraussetzung für die Einführung einer Rezyklateinsatzquote. Unterstützt werden soll auch die Sortierung von Post-Consumer-Textilabfällen. Ein weiterer Fokus liegt auf der Anschubfinanzierung für Pilotanlagen und Demonstrationsvorhaben mit EU- und außereuropäischen Partnern, um den internationalen Stoffströmen Rechnung zu tragen.

Forschungsförderung

Die folgenden Themen sollen zukünftig in der Ressortforschung des BMUV berücksichtigt werden:

- Grundlagenforschung und Marktforschung zu Qualitäten und nachhaltigen Alternativfasern der (End-of-Life-) Textilströme und Auswirkungen auf Faser-zu-Faser-Rezyklate sowie Vereinbarkeit von Design for Recycling und Langlebigkeit.

- Textilien als Produktbeispiel in transdisziplinären Verbundforschungsprojekten vorsehen, bei denen Erfahrungen von Akteurinnen und Akteuren aus der Praxis in die Forschung einbezogen werden.

4.8 Bau- und Gebäudebereich

4.8.1 Status Quo

584,6 Millionen Tonnen Gesteinskörnungen wurden in Deutschland im Jahr 2020 für die Bauindustrie produziert, davon 485 Millionen Tonnen auf Basis von mineralischen Primärrohstoffen[103] – Tendenz steigend, verbunden mit erheblichen Eingriffen in die Natur. Obwohl diesem Bedarf ein Bauabfallaufkommen von rund 220 Millionen Tonnen pro Jahr als potentielle Rohstoffquelle gegenübersteht, werden derzeit nur 13 Prozent (77 Millionen Tonnen) der jährlich eingesetzten Gesteinskörnungen über Recyclingbaustoffe gedeckt. In Bezug auf das Gesamtaufkommen des Bauabfalls werden 35 Prozent als RC-Baustoffe eingesetzt. Bodenaushub dominiert das Abfallaufkommen mit über 129 Millionen Tonnen pro Jahr, davon werden 75 Prozent ohne vorherige Aufbereitung verfüllt oder auf Deponien als Ersatzbaustoff eingesetzt. Weitere 14 Prozent werden auf Deponien beseitigt[104]. Qualifizierte und güteüberwachte Baustoffe für den Straßenoberbau machen nur einen kleinen Anteil der vermarkteten Recyclingbaustoffe aus. Das Potential, Sekundärrohstoffe in den Wirtschaftskreislauf zurückzuführen, wird nicht ausreichend ausgeschöpft, gleichzeitig sinken Deponiekapazitäten und steigen Entsorgungskosten und erhöhen den Handlungsdruck.

Zentrale Hemmnisse, die einem kreislauffähigen und ressourcenschonenden Bau- und Gebäudebereich entgegenstehen, sind:

- Es liegen i. d. R. keine ausreichenden Informationen über verbaute Materialien und Stoffe vor.
- Da bei der Errichtung von Bauwerken das Bewusstsein bezüglich Wiederverwendung, Rückbaubarkeit und Recycling kaum vorhanden gewesen ist, lassen sich aus dem Sekundärrohstofflager sortenreine Materialströme häufig nicht oder meist nur mit hohem Aufwand bereitstellen.
- Die Bestandserhaltung und Potenziale zur Weiternutzung von Gebäuden und Infrastruktur werden nicht prioritär geprüft.
- Die Errichtung oder die Instandhaltung von Bauwerken und Gebäuden ist zum Teil mit Stoffen erfolgt, die heute als Schadstoffe gelten und, nach dem Stand der Technik, verlässlich aus dem Materialkreislauf ausgeschleust werden müssen.
- Die Verwendung von Sekundärrohstoffen wird in den Ausschreibungen privater und öffentlicher Bauherren aufgrund von Unsicherheiten bezüglich der Qualität der Sekundärmaterialien sowie Bedenken aufgrund der Rechtssicherheit der Vergabeentscheidungen nicht in ausreichendem Maße verlangt, obwohl ressourcenschonenden und abfallarmen Erzeugnissen nach der Bauproduktenverordnung und dem KrWG der Vorzug zu geben sind.

4.8.2 Laufende Vorhaben auf nationaler und europäischer Ebene

- **EU-Bauproduktenverordnung – Revision:** Die Novelle der Verordnung enthält Anforderungen an die Normungsprozesse zur Harmonisierung von Bauprodukten. Erstmals soll die EU-Kommission ermächtigt werden, verbindliche Umweltanforderungen an Bauprodukte auf EU-Ebene zu formulieren. Zudem sollen Hersteller verpflichtet werden, Nachhaltigkeitsindikatoren aus der EN 15804 +A2 zu Umwelt- und Klimaanforderungen in der Leistungserklärung für ihr Bauprodukt auszuweisen. Daneben sieht die Verordnung vor, künftig auch eine Harmonisierung von gebrauchten Bauprodukten zu ermöglichen.

- **Standardleistungsbuch:** Das BMWSB wird gemeinsam mit dem Deutschen Vergabe- und Vertragsausschuss für Bauleistungen das Standardleistungsbuch dahingehend weiterentwickeln, dass die Wiederverwendung von Bauteilen und die Verwendung von Recycling-Baustoffen in Baumaßnahmen der öffentlichen Hand stärkere Berücksichtigung finden.

- **Abfallende-Verordnung:** Zu dem Ziel, den Einsatz von Sekundärrohstoffen zu erhöhen, soll eine Abfallende-Verordnung beitragen, die regelt, unter welchen Voraussetzungen möglichst viele mineralische Ersatzbaustoffe die Abfalleigenschaft verlieren. Der damit erreichbare Produktstatus erhöht die Vermarktbarkeit und unterstützt die breitere Verwendung von Ersatzbaustoffen, z.B. auch im Hochbau. Der Schutz von Mensch und Umwelt muss dabei sichergestellt werden.

- **Integration von Förderbausteinen in die Bundesförderung:** Die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) des BMWK adressiert die Kreislaufwirtschaft über die Bonusförderung der Nachhaltigkeitsklasse. Die Neubauförderung des BMWSB setzt bereits auf das Qualitätssiegel Nachhaltiges Gebäude (QNG). Es ist geplant, weitere Ergänzungen zur Berücksichtigung kreislauffähiger Bauweisen zu entwickeln und in das QNG zu integrieren.

- **Holzbauinitiative:** Durch die bereits im Kabinett beschlossene Strategie der Bundesregierung in Federführung der Bundesbau- und Bundeslandwirtschaftsministerien (BMWSB/BMEL) soll das Bauen mit Holz und anderen nachwachsenden Rohstoffen als wichtiger Beitrag für ein klimafreundliches und ressourceneffizientes Bauen gestärkt werden.

- **Leichtbaustrategie:** Die am 26.07.2023 verabschiedete Leichtbaustrategie der Bundesregierung betont die Bedeutung des Leichtbaus als Transformationstechnologie. Die unter Federführung des BMWK erarbeitete Strategie betont die hohen Potentiale des Leichtbaus für Rohstoff- und Treibhausgaseinsparungen auch im Baubereich.

- **Monitoring Ersatzbaustoffverordnung:** In der Mantelverordnung wird die Bundesregierung beauftragt, bis zum 01.08.2025 die Auswirkungen des Vollzugs der Regelungen auf die Verwertung mineralischer Abfälle zu prüfen und ggf. Änderungen der Verordnung umzusetzen. Das Umweltbundesamt hat daher ein Forschungsvorhaben initiiert, um ein wissenschaftliches Monitoring zum Einsatz und Verbleib der mineralischen Ersatzbaustoffe durchzuführen.

- **Urban Mining-Strategie:** Mit dem Deutschen Ressourceneffizienzprogramm (ProgRess III) hat sich die Bundesregierung vorgenommen, eine Urban-Mining-Strategie vorzulegen, wie Materialien in anthropogenen Lagerstätten zu erkunden, zu erschließen und abzubauen sowie die gewonnenen Sekundärrohstoffe aufzubereiten sind. Die Strategie soll das zukünftige Aufkommen sowie die notwendigen Rahmenbedingungen, Instrumente und Maßnahmen für die Bereitstellung qualitätsgesicherter Sekundärrohstoffe benennen. Als inhaltliche Schwerpunkte wurden 12 Aktionsfelder definiert, darunter: mineralische Baustoffe im Hochbau, Straßen und Brücken.

- **Runder Tisch zukunftsgerechtes Bauen:** Das BMWSB hat 2023 aus verschiedenen bisherigen Dialogformaten einen gemeinsamen Runden Tisch „Zukunftsgerechtes Bauen“ gegründet. Er besteht aus Akteurinnen und Akteuren der Bau- und Immobilienwirtschaft, von Wissenschaft, der öffentlichen Hände von Bund, Ländern und Kommunen sowie Umwelt- und Sozialverbänden. Er dient auch dem Erfahrungsaustausch zum ressourcenschonenden Bauen sowie der Förderung innovativer technischer Entwicklungen und der Kreislaufwirtschaft. Ziel ist, die Rohstoffinanspruchnahme zu senken und die Potentiale der Ressourcenschonung zur Reduzierung der Treibhausgasemissionen auszuschöpfen.

- **Bündnis bezahlbarer Wohnraum:** Im Oktober 2022 hatte das Bündnis aus Bund, Ländern, kommunalen Spitzenverbänden, der Wohnungs- und Bauwirtschaft und weiteren Branchenverbänden sowie der Zivilgesellschaft ein umfassendes Maßnahmenpaket für eine Bau-, Investitions- und Innovationsoffensive zur Schaffung von mehr bezahlbarem Wohnraum vorgelegt. Dieses enthält auch eine Vielzahl an Maßnahmen, die die Förderung der Bestandsnutzung, die Erhöhung der Recyclingquoten im Wohnungsbau und den vermehrten Einsatz recycelter bzw. wiederverwendbarer Bauprodukte unterstützen, wie z.B. die Erstellung eines Leitfadens mit einer Bewertungssystematik für Abbruch- bzw. Ersatzneubauentscheidungen zur Abwägung von Treibhausgas-Einsparungen, Energie- und Ressourceneffizienz im Lebenszyklus sowie die geplanten Förderprogramme „Jung kauft Alt“ und „Gewerbe zu Wohnen“ sowie die Handlungsstrategie Leerstandaktivierung: Alle diese Maßnahmen zielen darauf ab, bestehende ungenutzte Gebäude(-teile) neu zu nutzen.

- Die **„Dialogplattform Recyclingrohstoffe“** der Deutschen Rohstoffagentur (DERA) hat Handlungsoptionen zur Erhöhung des Anteils von Recyclingrohstoffen u. a. für Baurohstoffe, Gips und industrielle Reststoffe und Nebenprodukte entwickelt. Einzelne Vorschläge aus dem Abschlussbericht wurden in den Maßnahmen unter 4.8.4 aufgenommen.

- **EU-Gebäuderichtlinie (EPBD):** Die 2024 novellierte EU-Gebäuderichtlinie sieht erstmals die Berechnung und Ausweisung der kumulativen Lebenszyklusemissionen („life-cycle GWP“) aller Neubauten ab 2028 (>1000m2), bzw. 2030 (<1000m2) vor. In 2027 sollen darüber hinaus nationale Fahrpläne erstellt werden, die die Einführung (ab 2030) von vorgeschriebenen Treibhausgas-Maximal- und Zielwerten und einen kontinuierlichen Absenkpfad beschreiben. Ziel ist die nachhaltige Reduktion von (grauen und Betriebs-) Emissionen über den gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes.

- **Baukulturelle Leitlinien des Bundes**: Die Baukulturellen Leitlinien des Bundes auf der Grundlage der Erklärung von Davos „Eine hohe Baukultur für Europa" für das Planen und Bauen im eigenen Zuständigkeitsbereich sollen dazu beitragen, hochwertige Baukultur zu fördern und der Rolle des Bundes als eigenständiger Baukulturakteur, Baukulturförderer und größter öffentlicher Bauherr Ausdruck verleihen. Die Leitlinien beschreiben Ziele, Handlungsfelder und Maßnahmen für eine gut gestaltete klimaneutrale und klimaangepasste gebaute Umwelt u.a. mit einem Fokus auf den Gebäudebestand durch Erhalt und Umbau sowie Ressourcenschutz durch die zirkuläre Verwendung von Baustoffen.

4.8.3 Ziele

Dem Um- und Ausbau von Gebäuden und Bauwerken und deren Weiternutzung wird Priorität eingeräumt. Wo nötig, wird dies durch kreislaufgerecht und klimafreundlich geplante und gebaute Neubauten ergänzt. Der ab 2030 errichtete Gebäudebestand ist klima- und kreislaufgerecht und ressourcenschonend geplant und digital dokumentiert. Graue Emissionen der Herstellungs- und Instandhaltungsphase werden so soweit wie möglich reduziert. Die flexible Um- und Weiternutzung von Gebäuden ermöglicht lebensphasengerechte Wohnformen sowie eine optimale Anpassung auf sich ändernde Bedarfe für Büro- und Gewerbeflächen. Der Trend der stetigen Zunahme der Bodenversiegelung wurde umgekehrt. Ressourcenschonende Bauweisen sind im Hoch- und Tiefbau Standard, dazu zählen auch nachwachsende Rohstoffe.

Hat ein Gebäude das Nutzungsende erreicht und ein Rückbau ist nötig, wird der Bauwerksbestand nach einem Rückbaukonzept einer Nachnutzung zugeführt. Die Bandbreite geht dabei von Gebäuden, demontierten und zur Wiederverwendung vorgesehenen Bauteilen über werk- und rohstoffliche bis zur thermischen Verwertung. Ziel ist es die Ressourcen möglichst lange in den technischen Kreisläufen zu halten. Das anthropogene Lager ist ein wichtiges Rohstofflager der Bauindustrie. Bauteile und Baustoffe werden, wenn möglich, wiederverwendet oder als Recyclingmaterialien bei Baumaßnahmen eingesetzt. Dazu werden diese im Zuge von selektivem Rückbau oder einer Sanierung sortenrein aus Gebäuden und Bauwerken entnommen und gezielt zu verwendungsfähigen Bauteilen und Baustoffen für die Baustoffindustrie aufbereitet.

Die übergeordnete Vision der Verlangsamung der Ressourcenflüsse und Verringerung der Ressourcenströme im Baubereich kann für das Jahr 2045 in folgende Teilziele heruntergebrochen werden:

- **Schonung primärer Rohstoffe durch gesteigerten Einsatz von Sekundärrohstoffen**, d.h. Stoffen, die als Nebenprodukte in anderen Industrieprozessen anfallen (§ 4 KrWG), wie etwa Schlacken, oder anderen mineralischen Ersatzbaustoffen, die etwa aus dem Rückbau von Bauwerken stammen und als Recycling-Baustoffe verwertet werden können.

- **Priorisierung der Um- und Weiternutzung von Gebäuden:** Die Weiternutzung und der Umbau von Gebäuden ist grundsätzlich mit einem geringeren Ressourcenverbrauch verbunden als Neubau, was in der Abwägung stets sorgfältig betrachtet wird. Potentiale zur Schaffung von Wohn- und Gewerbeflächen im Gebäudebestand werden durch Nachverdichtung, Aufstockung, Sanierung,

Umbau und Nutzungsflexibilität ausgeschöpft und auch durch stadtentwicklungspolitische Maßnahmen ergänzt. Die Anforderungen an die energetische Sanierung von Gebäuden im Ordnungsrecht wurde zur Unterstützung des Bestandserhalts nicht weiter verschärft. Auf Bundesebene wird der Lebenszyklusansatz konsequent gesetzlich implementiert.

- **Kreislaufgerechte und abfallarme Planung von Bauwerken sowie Wiederverwendung von Bauteilen:** Bauwerke werden so geplant, dass spätere Nutzungsänderungen und Umbauten möglichst einfach, klimaverträglich und abfallarm umgesetzt werden können. Eine auf Flexibilität und den Lebenszyklus ausgerichtete umbaufähige Bauweise, die dabei in Gestaltung und Materialwahl auf Dauerhaftigkeit und Nachhaltigkeit fokussiert, ist Planungsprämisse. Die Anpassbarkeit der technischen Gebäudeausrüstung (Wärme-, Kälte,- und Elektro- sowie Datenversorgung) an neue Herausforderungen im Lebenszyklus der Gebäude wird berücksichtigt. Die bauwerksbezogenen Informationen, auch zu Rückbau und Wiederverwendung, werden im digitalen Ressourcenpass für Gebäude erfasst. Haftungsfragen sowie Fragen der Gewährleistung für die Wiederverwendung von Bauteilen sind geklärt.

- **Nutzung der stofflichen Eigenschaften der Materialien über Recyclingmaßnahmen:** Recycling hat Vorrang vor Verfüllung. Über die gezielte Aufnahme von Baustoffen mit Rezyklatanteil in die Ausschreibung von Bauleistungen und entsprechende Vorgaben für die Planungsleistungen sowie kontinuierlich absinkende Maximalwerte für die Lebenszyklusemissionen von Neubauten wird die Akzeptanz, Nachfrage und die Verfügbarkeit ressourcenschonender Baustoffe gefördert. In der Städteplanung wird der Bedarf an Flächen zur Aufbereitung in der Nähe des Abfallanfalls berücksichtigt.

Auf Grundlage der in Kapitel 1.3 dargestellten Vision einer umfassenden Kreislaufwirtschaft für das Jahr 2045 und als Ergänzung des Leitbildes und der übergeordneten Ziele, die in Kapitel 2 formuliert werden, gelten für dieses Handlungsfeld zusätzlich die folgenden Ziele:

- Das in Kapitel 2 formulierte Leitbild zur Senkung des Primärrohstoffverbrauchs soll unterstützt werden, indem für den großen Massenstrom mineralischer Baurohstoffe das indikative Ziel einer deutlichen Reduktion des „Rohstofffußabdrucks“ (Raw Material Consumption, RMC) bis 2045 (im Vergleich zu 2020) angestrebt wird.

- Der Einsatz von Sekundärrohstoffen im öffentlichen Bausektor soll gesteigert werden. Ein Umsetzungsfahrplan soll in einem Fachgremium unter Einbeziehung relevanter Stakeholder zeitnah erarbeitet werden. Hierzu wird der Bund das Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen (BNB) fortentwickeln und den öffentlichen Händen zur Verfügung stellen. Das BNB wird im Wege der Lebenszyklusbetrachtung technologieneutrale und materialoffene Anforderungen an die Umweltwirkungen und Ressourcenverbräuche stellen und so zu einer Bevorzugung von Sekundärrohstoffen beitragen.

- Prüfung der Fortentwicklung der Mindestquoten für die Nutzung von Sekundärrohstoffen des Qualitätssiegels Nachhaltiges Gebäude (QNG) für Nichtwohngebäude; Entwicklung einer Roadmap für das QNG.

- Alle vorgesehenen Maßnahmen stehen unter dem Vorbehalt, dass daraus bei der Umsetzung keine Steigerungen der Baukosten resultieren.

4.8.4 Maßnahmen

In der vom Bundeskanzler geleiteten Allianz für Transformation wurde dem Schwerpunkt „Zirkuläres Wirtschaften bei Bau, Baustoffen und Gebäuden“ besondere Bedeutung beigemessen.

Zur Erreichung der Ziele der NKWS sind auf Bundes- oder EU-Ebene u.a. die folgenden Maßnahmen erforderlich:

Bestandserhalt vor Neubau

Die Schaffung der folgenden Rahmenbedingungen:

- **Anpassung der Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (HOAI)**, um die Leistungsbilder weiterzuentwickeln und die Honorare zu überprüfen, dabei werden auch die Honorierungsregelungen für Leistungen im Bestand optimiert, um eine angemessene und noch praxisgerechtere Vereinbarung zu ermöglichen.

- Um den Gebäudebestand besser nutzen zu können, sind mehr Daten notwendig. Derzeit gibt es noch keinen bundesweit einheitlichen Bestand an Gebäudedaten. Da ein solcher jedoch ein wichtiges Hilfsmittel für die Kreislaufwirtschaft und eine zukünftige Urban-Mining-Strategie ist, sind entsprechende Möglichkeiten zu prüfen.[105]

Fortsetzung des Austausches mit den Ländern zum Bestandserhalt und Abstimmung möglicher weitere Maßnahmen und Instrumente über die entsprechenden Fachministerkonferenzen (UMK und BMK) der Länder. Es soll auf den bereits im „Bündnis bezahlbarer Wohnraum“ vereinbarten Maßnahmen aufgesetzt und weitere Maßnahmen identifiziert werden, um Folgendes zu erreichen:

- **Prüfung des Bestandserhalts vor Ersatzneubau:** Erstellung eines Leitfadens mit einer Bewertungssystematik für Abbruch- bzw. Ersatzneubauentscheidungen zur Abwägung von Treibhausgas-Einsparungen, Energie- und Ressourceneffizienz im Lebenszyklus sowie Aspekten der wirtschaftlichen Verhältnismäßigkeit.

- **Erleichterung von Bestandserweiterungen:** Umbaumaßnahmen benötigen angepasste Vorgaben, d. h. Vorgaben für Neubauten dürfen nicht automatisch analog für Bestandserweiterungen gelten (z.B. für die Bereiche Abstandsregelung, Brandschutz, Schallschutz). Die hierfür bereits vorliegenden Vorschläge sollen weiter entwickelt werden zu einem Katalog von anerkannten standardisierten Kompensationslösungen, um z.B. im Bereich des Brandschutzes Einzelfallgenehmigungen zu reduzieren.

Förderung rückbaufähiger Bauwerke

Schaffung der folgenden Rahmenbedingungen:

- **Verbindliche Einführung eines digitalen Ressourcenpasses für Gebäude (GRP) zur systematischen Dokumentation verwendeter Materialien und Produkte, ihrer Bestandteile und Einbauweisen:** Damit sollen das Ressourcenmanagement und die Kreislaufführung unterstützt werden. Grundlage sind die verfügbaren umweltbezogenen Informationen über das Gebäude und die darin verbauten Baumaterialien und -produkte. Ziel ist, darin alle Angaben zum Lebenszyklus zu aggregieren und damit die Inanspruchnahme von Primär- und Sekundärrohstoffen zu bewerten, das Potential für ein Urban Mining zu prognostizieren und damit Baustoffströme gezielt steuern und analysieren zu können. Die Bundesregierung hat bereits umfangreiche Vorarbeiten durchgeführt. Eine erste Fassung des GRP soll ab 2025 im Rahmen des QNG eingeführt werden. Darauf aufbauend wird eine verbindliche Einführung für Neubauvorhaben angestrebt.

- Um eine sortenreine Erfassung der Baustoffe zu erreichen, müssen Baukonstruktionen gewählt werden, die den **selektiven Rückbau erleichtern**, z.B. durch modulare Bauweisen und lösbare Verbindungen sowie durch Verzicht auf nicht kreislauffähige Materialverbunde und Schadstoffe. In einem ersten Schritt ist dies im Rahmen bestehender Förderinstrumente und Zertifizierungssysteme (QNG und BNB) zu adressieren.

- **Weiterentwicklung der Rohstoffindikatoren zur Erhöhung der Messbarkeit:** Im Rahmen eines Forschungsprojektes Zukunft Bau wurde die Entwicklung spezieller Indikatoren zur besseren Messbarkeit von Ressourcenschonung im Bauwesen geprüft. Auf Bauwerksebene können zukünftig über die Ökobilanz die Indikatoren RMI und TMR[106] als Materialfußabdruck herangezogen werden.

Optimierung der getrennten Erfassung von Bauabfällen

- Für öffentliche Gebäude wird die **Einführung einer Pflicht zur Aufstellung eines Rückbaufähigkeitsnachweises und Schadstoffsanierungsplans** für Neu-, Um- oder Erweiterungsbauten geprüft: Bei der Planung eines Neubaus, eines Umbaus oder einer Bestandserweiterung soll der (teilweise) Rückbau bereits mitgedacht und das Bauvorhaben entsprechend kreislauffähig geplant werden. Rückbaufähigkeitsnachweis und Schadstoffsanierungsplan sollen Grundlage der Bauausführung sein.

Werbung seitens des Bundes bei den Ländern für die folgenden Maßnahmen zur Optimierung der getrennten Erfassung von Bauabfällen über die entsprechenden Fachministerkonferenzen (UMK und BMK):

- **Einführung einer Bauteilsichtungspflicht** auf der Baustelle vor Abbruch

- **Aufstellung eines Inventars** verwertbarer oder wiederverwendbarer Bauteile und Materialien

- *Optimierung der Wiederverwendung von Bauteilen und des Recyclings*

- **Verbesserung der Rahmenbedingungen für die Wiederverwendung von Bauteilen:** Es werden normative Regeln zur sicheren Anwendung zweitverwendeter Bauteile und Bauprodukte sukzessive ergänzt. Der Aufbau regionale Bauteilbörsen wird unterstützt.

- **Ausbau der Recycling-Infrastruktur:** Für ein flächendeckendes Bauschutt-Recycling und eine Verkürzung der Transportdistanzen ist der Aufbau regionaler Sekundärrohstoffzentren z. B. auch an Deponiestandorten notwendig.

Schaffung günstiger Randbedingungen für regionale Baustoff- und Bauteilbörsen.

Förderung des Einsatzes von Sekundärrohstoffen

Ergreifung folgender Maßnahmen im Rahmen von Beschaffungen des Bundes:

- Prüfung der Vorgabe von verbindlichen Leitlinien und Kriterien zu Zirkularität und **darüber hinaus Abbildung der Kriterien zu Zirkularität und** Ressourcenschonung für die Beschaffung von Bauleistungen durch die öffentliche Hand im Rahmen des Bewertungssystems Nachhaltiges Bauen (BNB): Die Methoden zur Bewertung von Zirkularität und Ressourcenschonung in der öffentlichen Beschaffung sollen auch für Länder und Kommunen bereitgestellt werden. Durch die öffentliche Hand beschaffte Bauleistungen sollen – unter Beachtung der haushaltsrechtlichen Grundsätze der Wirtschaftlichkeit und Sparsamkeit – Ressourcenschonung, Langlebigkeit und Weiter- bzw. Umnutzung bereits bei der Bedarfsermittlung berücksichtigen und in der Planung verankern. Dies beinhaltet ggf. verbindliche Anforderungen zur selektiven Rückbaufähigkeit, Reparierbarkeit, Wiederverwendbarkeit sowie Recyclingfähigkeit der Bauwerke, Bauteile und Baustoffe. Hierzu wird der Bund das BNB fortentwickeln. Das BNB wird im Wege der Lebenszyklusbetrachtung technologieneutrale und materialoffene Anforderungen an die Umweltwirkungen und Ressourcenverbräuche stellen und so zu einer Förderung der Verwendung von Sekundärrohstoffen beitragen. Mit einer Bewertung der Zirkularität wird das BNB die Errichtung kreislauffähiger Gebäude anreizen.

- Das Umweltbundesamt wird eine praxisnahe Umsetzung zur Berücksichtigung, eines über § 13 Absatz 1 Satz 3 Bundes-Klimaschutzgesetz hinausgehenden (sogenannten Schattenpreises) für CO_2 und möglicherweise weitere Umweltwirkungen bei der Vergabe entwickeln. Mit dem Schattenpreis werden externe Kosten fiktiv berechnet, um diese für eine Angebotswertung transparent zu machen. Ein Schattenpreis kann somit auch dazu dienen, die praktische Umsetzung des Berücksichtigungsgebotes nach § 13 Absatz 2 Bundes-Klimaschutzgesetz zu erleichtern. Bauen im Bestand und ressourcenschonende Bauweisen und Baumaterialien können in einem niedrigeren Schattenpreis resultieren. Die durch das Umweltbundesamt zu entwickelnde Methodik soll auch in der avisierten Arbeitsgruppe mit Vertreterinnen und Vertretern der Länder und kommunalen Spitzenverbände zu öffentlicher Beschaffung diskutiert und dabei für eine flächendeckende Anwendung geworben werden.

- Austausch des Bundes mit Unternehmen der Baustoffbranche für folgende Maßnahmen:

- In Zusammenarbeit mit Unternehmen und Verbänden sollen die notwendigen Rahmenbedingungen für eine Branchenlösung erarbeitet werden, um die **Substitutionsrate von Klinker durch Sekundärrohstoffe** und industrielle Nebenprodukte **bei der Zementherstellung zu erhöhen**.

- In weiteren Gesprächen mit Unternehmen und Verbänden soll auch erörtert werden, wie das Angebot von recycelter Gesteinskörnung durch eine höherwertige Verwertung von Bauschutt und Bodenaushub erhöht werden kann ohne das Risiko der Substitution von mineralischen Ersatzbaustoffen durch Primärrohstoffe.

- **Förderung digitaler Plattformen zur Erfassung und Bewertung gebrauchter Bauteile**; dazu soll gemeinsam mit der Baubranche ein Umsetzungskonzept erarbeitet werden.

Auf Deponien abgelagerte mineralische Abfälle reduzieren

- **Prüfung eines Ablagerungsverbotes für verwertbare Abfälle:** Das Umweltbundesamt wird ein Forschungsvorhaben beauftragen, das die Umsetzung der Deponieverordnung vor 2030 in Bezug auf das Ablagerungsverbot von verwertbaren Abfällen begleitet und auf die praxistaugliche Eignung prüft. Des Weiteren soll geprüft werden, ob die Umsetzung zu einer den Zielen der NKWS entsprechenden Reduzierung der deponierten verwertbaren Abfälle im Baubereich führt.

- Sollte dies nicht der Fall sein, soll die **Einführung einer Deponieabgabe für verwertbare mineralische Baustoffe** geprüft werden.

Forschung

Ein Fokus der Zukunft Bau Ressortforschung des BMWSB liegt auf der Kreislaufwirtschaft sowie der Wiederverwendung und Schonung von Ressourcen. Schwerpunkte in den einzelnen Programmen sind:

1. **Zukunft Bau Ressortforschung**

- Transformation der Bauwirtschaft
- Dekarbonisierung des Gebäudesektors

2. **Programm Zukunft Bau Modellvorhaben**

- Senkung der Treibhausgasemissionen und Eindämmung des Ressourcen- und Flächenverbrauchs

3. **Geplantes Bundesforschungszentrum/LAB**

- Klimaneutraler und klimaangepasster Gebäudebestand
- Zukunftsgerechte Materialien und nachwachsende Rohstoffe im Lebenszyklus
- Ressourceneffizientes und kreislaufgerechtes Bauen

4.9 Metalle

4.9.1 Status Quo

Deutschland deckt seinen Bedarf an vielen Metallen sehr stark durch Importe ab (BGR 2021[107]). Gleichzeitig werden für die Transformation zu einer klimaneutralen Wirtschaft viele Metalle benötigt. Eine funktionierende Kreislaufwirtschaft kann wesentlich zur Sicherstellung der Rohstoffversorgung bei den Metallen beitragen, da durch ein hochwertiges Recycling Metalle nahezu unbegrenzt oft im Kreislauf geführt werden können.

Zudem birgt das Recycling von Metallen das Potential für Umweltentlastungen gegenüber der Primärproduktion, das vom jeweiligen Metall und der speziellen Anwendung bzw. dem Abfallstrom abhängt. So weist das Recycling von Kupfer aus Kabeln einen eindeutig geringeren CO_2-Fußabdruck im Vergleich zur Primärproduktion auf. Die Produktion von sekundärem Kupfer aus Bauschutt verursacht z.B. rund dreimal mehr CO_2 als die Produktion aus Kabeln und ist damit nicht in allen Fällen ökologisch vorteilhaft gegenüber der primären Produktion.

In diesem Zusammenhang kann auch das Thema Schiffsrecycling an Bedeutung gewinnen. Die deutsche Seeschiffsflotte umfasst 2.500 Schiffe, 800 Schiffe werden in den kommenden 5 Jahren 25 Jahre oder älter sein, davon 150 in staatlichem Eigentum. Die deutsche Binnenschiffsflotte umfasst 2.400 Schiffe. Das Durchschnittsalter liegt dort in vielen Segmenten bei über 50 Jahren. Die Etablierung von Recycling-Kapazitäten ist ein entscheidender Schritt zu einer maritimen Kreislaufwirtschaft und erforderlich, um knappe Rohstoffe effizient nutzen zu können. Der weitaus größte Massenanteil von Schiffen ist Stahl, dessen Recyclingfähigkeit und auch CO_2-Einsparpotential im Zusammenhang mit Stahlrecycling und grünem Stahl derzeit vielfach betrachtet wird. Durch das hohe Gewicht von Schiffen sind aber auch andere, prozentual gesehen wesentlich geringfügiger enthaltene Materialien relevant. Die Stärkung des Schiffbaus nach dem Cradle2Cradle-Prinzip ist im Koalitionsvertrag inklusive des Schiffsrecyclings festgeschrieben, befindet sich aber noch in der Anfangsphase.

Hemmnisse einer kreislauffähigen Metallwirtschaft sind:

- Design for Recycling oder R-Strategien wie Wiederverwendung (reuse) spielen im Handlungsfeld Metalle bisher nur eine untergeordnete Rolle.
- Viele Metalle, vor allem kritische oder strategische Metalle, werden nur in geringen Konzentrationen eingesetzt, die eine Rückgewinnung erschweren.
- In der Regel liegen die Informationen, welche Legierungen in welchen Komponenten/Produkten verbaut sind, bislang nicht vor.
- Während für einige Metalle seit langem gut funktionierende Stoffkreisläufe etabliert sind, liegt der End-of-Life-(EoL)- Recyclinganteil bei anderen Metallen, vor allem Technologiemetallen, oft unter 1 Prozent.

- Die hohe Anzahl unterschiedlicher Stahl- und Aluminium-Legierungen, die sich in der Sammlung von Schrotten vermischen, erschweren die Wiederverwendung der zurückgewonnenen Sekundärrohstoffe bei der Herstellung hochwertiger Stahl- und Aluminiumknetlegierungen.

- Mehrstufige Analyse- und Sortierverfahren existieren, werden aber nicht flächendeckend eingesetzt, weil die aufwendigeren Recyclingverfahren oft nicht wirtschaftlich sind.

- Eine stärkere Trennung und Vorzerlegung / manuelle Behandlung würde zwar die Schrottqualität erhöhen, ist aber auch mit höheren Kosten verbunden.

- Der Kreislaufgedanke spielt im Schiffbau, angefangen beim Design des Schiffes, bisher noch keine dominante Rolle. Aktuelle Regularien, wie die Verordnung (EU) Nr. 1257/2013 (EU-Schiffsrecyclingverordnung)[108] sind nicht darauf ausgerichtet, zukünftige Recyclingprozesse oder recyclingfähige und materialschonende zukünftige Schiffe zu fördern oder zu fordern. Vielmehr verfolgen die Regelwerke und Standards das Ziel, Risiken und negative Auswirkungen durch das Schiffsrecycling z.B. auf Umwelt und Arbeitsbedingungen möglichst zu vermeiden.

- Schiffsrecycling befindet sich in Deutschland noch in der Anfangsphase. Entsprechende regulatorische Rahmenbedingungen und Genehmigungsverfahren für Abwrackeinrichtungen müssen sich noch etablieren. Schiffsrecycling ist i.d.R. kapitalintensiv. Die Rentabilität ist schwer prognostizierbar und abhängig von mehreren Faktoren (u. a. Bedarf an den ausgebauten Bauteilen und Materialien, Höhe der Schadstoffentsorgungskosten, Höhe der Lohnkosten, Höhe der Investitionskosten in Recycling-Technologien, Grad der Automatisierung).

4.9.2 Laufende Vorhaben auf nationaler und europäischer Ebene

Verschiedene Regelwerke und Vorhaben sind bereits in Vorbereitung und sind wichtige Rahmenbedingungen für die Ziele der NKWS. Bei der Umsetzung der NKWS werden diese Rahmenbedingungen berücksichtigt:

- Die „Dialogplattform Recyclingrohstoffe“ der Deutschen Rohstoffagentur (DERA) hat Handlungsoptionen zur Erhöhung des Anteils von Recyclingrohstoffen u. a. bei Metallen entwickelt.

- Mitte August 2023 ist die neue Batterie-Verordnung (EU) 2023/1542 in Kraft getreten[109], die unter anderem Mindestziele für das Recycling und Mindestrezyklateinsatzquoten für bestimmte Metalle in Batterien festlegt.

- Im November 2013 wurde die EU-Schiffsrecyclingverordnung (EU) Nr. 1257/2013 erlassen, welche Vorschriften zum umweltgerechten und sicheren Abwracken von Seeschiffen regelt und darauf abzielt, die damit verbundenen Aktivitäten umweltverträglicher und sicherer zu gestalten. Die Verordnung legt fest, dass Handelsschiffe, die unter europäischer Flagge fahren (mit einer Bruttoraumzahl >500 GT) seit 2018 ausschließlich auf zertifizierten Werften (EU-Liste) recycelt werden dürfen.

- Die Definition für klimafreundlichen Stahl aus dem BMWK-Konzept Leitmärkte für klimafreundliche Grundstoffe.

4.9.3 Ziele

Für das Handlungsfeld Metalle wird vorrangig die Strategie des Recyclings betrachtet. Die dem Recycling vorgeschalteten Elemente der R-Strategien haben einen engeren Produktbezug und werden den produktbezogenen Handlungsfeldern zugeordnet (z.B. Fahrzeuge, IKT, Zirkuläre Produktion).

Auf Grundlage der in Kapitel 1.3 dargestellten Vision einer umfassenden Kreislaufwirtschaft für das Jahr 2045 und als Ergänzung des Leitbildes und der übergeordneten Ziele, die in Kapitel 2 formuliert werden, gelten für dieses Handlungsfeld zusätzlich die folgenden Ziele:

Zur Erreichung der Ziele sind auf Bundes- oder EU-Ebene u.a. die folgenden Maßnahmen erforderlich:

- Reduktion des Rohstofffußabdrucks (Raw Material Consumption, RMC) für Metalle
- Mittel- bis langfristig sind Rezyklateinsatzquoten auf EU-Ebene unter Beteiligung der Wirtschaft weiterzuentwickeln und zu unterstützen. Ein denkbares Beispiel für Metalle sind materialspezifische EU-weite Quoten für den Einsatz von Rezyklaten in Komponenten mit Technologiemetallen.
- In Orientierung am Ziel des europäischen CRMA, mindestens 25 Prozent des jährlichen Verbrauchs an strategischen Rohstoffen durch Recycling zu erzeugen und erheblich steigende Mengen der einzelnen strategischen Rohstoffe in Abfällen zu recyceln, will die Bundesregierung
  - die Importabhängigkeit für Aluminium in der Verarbeitung insbesondere durch Erhöhung des Recyclings senken,
  - die Importabhängigkeit für Kupfer insbesondere durch Erhöhung des Recyclings senken und
  - einen Teil des Bedarfs an Lithium durch Recycling aus Lithium-Ionen-Batterien decken.
- Unterstützung der Schaffung passender Rahmenbedingungen für den Aufbau einer hinreichenden Anzahl an Schiffs-Abwrackeinrichtungen in Deutschland insbesondere mit dem Ziel einer Erhöhung des Nutzungsanteils von sauberem Stahlschrott als „Green Steel“.

4.9.4 Maßnahmen

Insbesondere für strategische Metalle Recyclingprozesse und Kapazitäten aufbauen

Zur Erreichung des Ziels kritische und strategische Metalle funktionierende Recyclingprozesse zu ermöglichen, sind auf Bundes- oder EU-Ebene u.a. die folgenden Maßnahmen erforderlich:

- die EU-weite Einführung von Digitalen Produktpässen (DPP) für metallhaltige Produkte wie Fahrzeuge, Schiffe und Elektronikgüter unterstützen,

- geeignete Förderprogramme passgenau erweitern und fortentwickeln; einen Förderschwerpunkt strategische Metalle im Rahmen des zu verstetigenden und auszubauenden Förderprogramms DigiRess umsetzen,
- für die Metallrückgewinnung aus Schlacken und Aschen ein Förderprogramm zur Einführung von neuen Technologien auflegen.
- Normungsprozesse für erhöhte Rezyklatqualitäten bei Metallen unterstützen sowie
- die Einführung von Separationspflichten für strategische Metalle (z.B. Seltenerdmetalle) aus gewerblichen Abfällen prüfen.

Erstellung eines dynamischen Materialkatasters

Aufbauend u. a. auf den Arbeiten des Umweltbundesamtes zur Kartierung des anthropogenen Lagers, wird ein dynamisches Materialkataster erstellt, welches Informationen über Stoffströme sowie Legierungsarten und deren chemische Zusammensetzung, u. a. über das Vorkommen kritischer und Technologiemetalle in Produkten und in Abfallströmen, bereitstellt.

Mehr Transport von Stahlschrott und recyceltem Stahl mit der Bahn und dem Binnenschiff

Schiene und Wasserstraße spielen als massengutaffine Verkehrsträger auch im Abfall- oder Reststofftransport eine bedeutende Rolle und halten damit Energieverbrauch und Emissionen in vergleichsweise enge Grenzen. Eine stärkere Rolle bei diesen Transporten setzt allerdings auch geeignete Anlagen/Terminals für den Umschlag auf Schiene und Wasserstraßen voraus. Stahlschrott z. B. gewinnt in der Stahlindustrie zunehmend an Bedeutung, da die Branche das Ziel verfolgt, deutschen Stahl bis 2045 CO_2-neutral herzustellen. Angesichts dieser Entwicklung ist es entscheidend, auch beim Transport durch Verlagerung auf die Schiene und die Wasserstraße die Treibhausgasemissionen zu reduzieren sowie die notwendigen Transportkapazitäten zu steigern. Zur Unterstützung des Umstiegs speziell auf die Schiene könnte die Trassenpreisförderung verlängert werden. Die Erweiterung der Infrastruktur und die Entwicklung von innovativen Güterverkehrskonzepten für recycelten Stahl könnten durch staatliche Investitionen oder Förderungen unterstützt werden. Was die Wasserstraße anbelangt, sind die heute in Häfen ansässigen Unternehmen, die im Bereich der Kreislaufwirtschaft tätig sind, mit einer Reihe von Hemmnissen konfrontiert, die Genehmigungsprozesse für Umschlag und Lagerung von Recycling-Gütern deutlich erschweren. Dies tritt beispielsweise ein, wenn neben Stahlschrott auch andere Recycling-Güter wie z. B. Baustoffe zur Wiederaufbereitung umgeschlagen oder transportiert werden sollen. Hier gilt es, Maßnahmen der vom Bundeskabinett am 20. März 2024 beschlossenen Nationalen Hafenstrategie umzusetzen. Dies sind insbesondere folgende Maßnahmen:

Nr. 1.22 *Bestand und Ausbaupotenziale stärken und nachhaltig gegenüber konkurrierenden Nutzungen sichern. Hierbei zukunftsorientierte Nutzungen, falls erforderlich mit Tiefseezugang, wie die relevante Nutzung für Energiewende, Energieversorgung und Kreislaufwirtschaft priorisieren.*

Nr. 1.7 *Immissionsschutzrechtliche und wasserrechtliche Vorgaben für den Güterumschlag in Häfen überprüfen mit der Zielsetzung, Hürden für den Umschlag hafenaffiner Güter in Häfen zu reduzieren,*

ohne dabei umweltrechtliche Standards abzusenken. Dazu ist insbesondere die Einstufung von wassergefährdenden Stoffen in Wassergefährdungsklassen (§ 3 sowie Anlage 1 AwSV) zu überprüfen.

Unterstützung innovativer Schiffsrecyclingtechnologien und Vernetzung relevanter Stakeholder

Mit dem Ziel, Innovationen und Technologien für ein nachhaltiges Schiffsrecycling voranzutreiben, fördert die Bundesregierung seit 2023 das Innovationsnetzwerk ShipRec[110]. Die derzeit 13 beteiligten Projektpartner, darunter auch das Maritime Cluster Norddeutschland (MCN), haben es sich zum Ziel gesetzt, innovative Ansätze und technologische Entwicklungen im Bereich des Schiffsrecyclings aufzuzeigen. Gleichzeitig soll der Dialog zwischen relevanten Stakeholdern entlang der gesamten Wertschöpfungskette gefördert und konkrete Projekte für eine nachhaltigere Schiffsrecyclingindustrie vorangetrieben werden. Dies umfasst sowohl Lösungsansätze für genehmigungsrechtliche Herausforderungen als auch innovative Technologieansätze. Ziel ist es, skalier- und transferierbare Prozesse für den Rückbau von Schiffen und maritimen Großstrukturen zu entwickeln, um so nachhaltige Demontage zu fördern die optimale Nutzung vorhandener Ressourcen zu unterstützen sowie wertvolle Rohstoffe im lokalen Wirtschaftskreislauf zu halten. Hierzu muss zunächst das Zulassungsregime für Schiffsrecyclingbetriebe verschlankt werden.

4.10 Kunststoffe

4.10.1 Status Quo

Kunststoffe sind allgegenwärtig und werden in jedem Wirtschaftsbereich, in der Mehrzahl von Produktionsprozessen und in einer unüberschaubaren Anzahl von vielfältigsten Produkten eingesetzt, z. B. in Fahrzeugen, Gebäuden, Infrastruktur für Strom, Wasser und Abwasser, Elektronikgeräten und in der modernen Medizin. Der Handlungsdruck in Richtung Kreislaufwirtschaft im Bereich Kunststoffe entsteht durch die niedrige Zirkularität im Sektor und durch die wachsenden globalen Einsatzmengen. Im Jahr 2021 umfasste die Kunststoffproduktion in Deutschland ca. 21,1 Millionen Tonnen[111], davon waren lediglich 1,65 Millionen Tonnen Rezyklate.[112] Der überwiegende Anteil der in Verkehr gebrachten Kunststoffe basiert auf Erdöl. Biobasierte Kunststoffe haben in Deutschland einen Marktanteil von ca. 1 Prozent.[113]

Vom gesamten Kunststoffabfallaufkommen in Deutschland von jährlich 5,7 Millionen Tonnen werden derzeit weiterhin 64 Prozent verbrannt – lediglich 35 Prozent werden stofflich verwertet. Beim Rezyklatanteil aus Endverbraucherabfällen (Post-Consumer-Abfälle, PCR) sind es 33 Prozent, die stofflich verwertet werden.[114] Dabei kommen ganz überwiegend werkstoffliche Recyclingverfahren zum Einsatz. Chemische Recyclingverfahren haben derzeit einen marginalen Anteil von 26.000 Tonnen.[115] Vor dem Hintergrund, dass chemische Recyclingverfahren energieintensiver als werkstoffliche Recyclingverfahren sind, sollte chemisches Recycling ergänzend nur dann zum Einsatz kommen, wenn keine Möglichkeit einer werkstofflichen Verwertung besteht oder wenn z.B. hohe Standards für das Endprodukt gefordert sind (Bsp. Einwegwindeln, Lebensmittelverpackungen).

Am meisten Kunststoff wird in absteigender Reihenfolge in den Bereichen Bau, Verpackungen, Fahrzeuge und Elektronik verbraucht.[116] Ohne Reduktion der Plastikproduktion und grundlegende

Transformation zur Zirkularität würden bis 2050 weltweit ca. 56 Gigatonnen CO_2 allein durch Produktion und Verbrennung von Kunststoffen freigesetzt werden – 10-13 Prozent der Treibhausgase des verbleibenden CO_2-Budgets für die Einhaltung des 1,5°C-Ziels.[117] Die chemische Industrie steht somit vor der großen Herausforderung, eine fossilfreie Rohstoffbasis zu erreichen. Dabei werden drei Ansatzpunkte diskutiert: die größte Rolle spielt die Nutzung von Kunststoffabfällen für Rezyklate. Des Weiteren kommen die Nutzung von Biomasse, die allerdings nur eingeschränkt verfügbar ist und aus nachhaltigem Anbau stammen muss, und, wo dies einen Klimaschutznutzen erbringt, auch die Nutzung von CO_2 aus Punktquellen und der Atmosphäre (Carbon Capture and Utilisation - CCU, vgl. Kap. 1.4) in Frage. Durch die vermehrte Kreislaufführung von Kunststoffen kann der Bedarf an Primärrohstoffen zwar verringert werden. Gleichwohl sind auch die Potentiale von Recyclingverfahren je nach Anwendungsbereich nach heutigem Technikstand begrenzt. Hieraus ergeben sich Herausforderungen – aber auch mögliche Chancen für Innovation und Wettbewerb – insbesondere für die chemische Industrie, wenn die Rohstoffbasis umfassend verändert werden soll und Deutschland dabei Technologieführer wird.

Eine weitere Herausforderung sind der Einsatz bzw. das Entstehen von Mikroplastik-Partikeln und die damit verbundenen unkontrollierten Einträge in die Umwelt. Das hohe Ausmaß problematischer Auswirkungen durch Kunststoffe und Kunststoffverschmutzung auf Ökosysteme ist anerkannt und wird durch erste EU-weite Regelungsansätze vermindert[118]. Dagegen sind die Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit bislang kaum dokumentiert oder systematisch erforscht.[119] Kunststoffe sind in vielen weiteren Handlungsfeldern der NKWS, insbesondere auf Produktebene, von Bedeutung. Dieses Kapitel fokussiert vor allem die Materialebene.

4.10.2 Laufende Vorhaben auf nationaler und europäischer Ebene

Folgende Regelwerke und Vorhaben sind bereits in Vorbereitung und sind wichtige Rahmenbedingungen für die Ziele der NKWS im Handlungsfeld Kunststoffe:

EU-Verpackungsverordnung (PPWR): In der kommenden EU-Verpackungsverordnung werden die Mitgliedstaaten wie auch schon unter der geltenden Verpackungsrichtlinie (RL 94/62/EG) verpflichtet, bis 2030 mindestens 55 Prozent der Kunststoffverpackungen zu recyceln. Zudem müssen alle Verpackungen recyclingfähig sein, wobei dies ab 2035 die großmaßstäbliche Recyclingfähigkeit beinhalten soll. Für den Kunststoffanteil in Verpackungen sind Rezyklateinsatzquoten für die Jahre 2030 und 2040 vorgeschrieben. Die EU-Verpackungsverordnung wird voraussichtlich Ende 2024 von Parlament und Rat angenommen. Die Verordnung tritt 20 Tage nach Veröffentlichung im Amtsblatt in Kraft. Sie gilt 18 Monate nach Inkrafttreten unmittelbar in den Mitgliedstaaten, außer für die Artikel, die eine andere Frist vorsehen. Das deutsche Verpackungsgesetz muss daher bis Mitte 2026 an die EU-Verordnung angepasst werden. Dabei sind auch die Gestaltungsspielräume auszufüllen, die die PPWR dem nationalen Gesetzgeber eröffnet.

Die Bundesregierung erarbeitet eine **Carbon Management Strategie**, die mögliche Einsatzgebiete u. a. für Carbon Capture and Utilisation (CCU) benennt sowie die rechtlichen und ökonomischen Rahmenbedingungen für einen erfolgreichen Hochlauf einschließlich des Aufbaus der notwendigen Infrastruktur identifiziert (vgl. Kap. 1.4). Die bisherigen Pilotanlagen und Verfahren sind aufgrund ihres

beträchtlichen Wasserstoffbedarfs energieintensiv, ihnen wird jedoch mit höherer Verfügbarkeit von grüner Energie eine wichtige Rolle bei der Transformation der chemischen Industrie zukommen. Sie können Kunststoffrezyklate und Biomasse als Rohstoffquelle wo notwendig ergänzen.

Auf der internationalen Ebene unterstützt die Bundesregierung die **Entwicklung eines Abkommens zur Beendigung der Plastikverschmutzung**, das von den UN verhandelt wird. Hier sollen die Grundlagen für eine global nachhaltige Nutzung von Kunststoffen geschaffen werden. Die Bundesregierung setzt sich dabei für global verbindliche Vermeidungsziele, harmonisierte Vorgaben und die Mobilisierung von notwendigen Finanzmitteln v.a. aus dem Privatsektor ein, um eine angemessene Finanzierung sicherzustellen.

4.10.3 Ziele

Auf Grundlage der in Kapitel 1.3 dargestellten Vision einer umfassenden Kreislaufwirtschaft für das Jahr 2045 und als Ergänzung des Leitbildes und der übergeordneten Ziele, die in Kapitel 2 formuliert werden, gelten für dieses Handlungsfeld zusätzlich die folgenden Ziele:

- Schrittweise Erhöhung des Rezyklatanteils aus Endverbraucherabfällen, in Kombination mit einer Steigerung der Sortier- und Recyclingkapazität;
- Gesteigerter Rezyklateinsatz bei der Herstellung von Kunststoffen, differenziert nach Stoffarten (polymerspezifisch (z.B. bei PET, PP, PVC und PS)

4.10.4 Maßnahmen

Zur Erreichung der Ziele sind auf Bundes- oder EU-Ebene u.a. die folgenden Maßnahmen erforderlich:

Dialog zur Materialvielfalt bei Kunststoffen

Steigende Produktanforderungen haben die Entwicklung immer neuer Kunststoffarten erforderlich gemacht. Gleichzeitig erschwert das Inverkehrbringen neuer Kunststoffvarianten die Erfassung sortenreiner Stoffströme, den Aufbau ökonomisch rentabler Recyclinginfrastrukturen und die Zirkularität bei Kunststoffen. Hier soll ein Dialog der Bundesregierung mit der Industrie zur freiwilligen Reduktion der Materialvielfalt insbesondere hinsichtlich des Einsatzes von Thermoplasten treten, ansetzen.

Stärkung des Rezyklatanteils bei Kunststoffen

Mittel- bis langfristig sind Rezyklateinsatzquoten auf EU-Ebene unter Beteiligung der Wirtschaft weiterzuentwickeln und zu unterstützen. Rezyklateinsatzquoten müssen marktorientiert, verlässlich und bürokratiearm ausgestaltet sein, klare Marktsignale aussenden und Investitionssicherheit gewährleisten. Zentrale Bedingungen sind ausreichende Verfügbarkeit, Qualität und Akzeptanz von Rezyklaten sowie eine flankierende Marktanalyse, die auch mögliche Auswirkungen der Rezyklateinsatzquoten auf die Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen bewertet. Beispiele dafür sind:

Produktbezogene Mindestrezyklatanteile aus Endverbraucherabfällen für den Weg zu Zirkularität bei Kunststoffen. Damit werden Anreize für den Aufbau von Sammelstrukturen und Rücknahmesystemen und für Recyclingtechnologien gesetzt. Die Auswahl von Produktgruppen und die Höhe der Quoten soll im Dialog mit Branchenvertretern und der Wissenschaft erfolgen. Voraussetzung ist, dass geltende Qualitätsanforderungen weiterhin erreicht werden. Dafür notwendig sind stringente **Qualitätskontrollen** importierter Kunststoffrezyklate.

Einführung verpflichtender Anteile recycelter, möglichst schadstofffreier Materialien bei der Herstellung von Kunststoffen (sog. polymerspezifische Quoten).[120] Diese setzen unabhängig vom Produkt direkt beim Kunststoff bzw. Polymer an. Für einzelne Kunststoffsorten (z.B. PET, PP) wird dabei festgelegt, welcher Masseanteil der Produktion durch rezyklierte Kunststoffabfälle gedeckt werden muss, um in Europa in Verkehr gebracht werden zu dürfen. Der Markt regelt dann selbst, in welchen Produktanwendungen die Rezyklate zum Einsatz kommen. Der Wirkmechanismus solcher **polymerspezifischen Substitutionsquoten** lässt sich folgendermaßen skizzieren: Sie würden sowohl für in Deutschland und Europa produzierte Kunststoffe als auch für importierte Kunststoffprodukte gelten und schrittweise erhöht werden. Die Einführung muss mit Blick auf den Binnenmarkt EU-weit erfolgen (z.B. über eine EU-Richtlinie) und für ein Level-Playing-Field auch importierter Produkte sorgen. Es gilt, dabei handelspolitische und -rechtliche (WTO-Recht; Freihandelsabkommen) Fragen mit einzubeziehen. Durch verbindliche Vorgaben zum polymerspezifischen Rezyklatanteil bei der Kunststoffproduktion wird der ökologische Fußabdruck von Kunststoffprodukten reduziert. Gleichzeitig zielt eine solche Regulierung darauf ab, die Nachfrage nach Rezyklaten langfristig zu steigern (Pull-Effekt) und damit Planungssicherheit sowie Anreize für Innovationen zu schaffen. Ziel ist, die nachgelagerten Wertschöpfungsketten mit ausreichenden und den Bedarfen entsprechenden Mengen an Kunststoffen mit Rezyklatanteil zu versorgen (Push-Effekt). So sollen preisbezogene Wettbewerbsnachteile von Rezyklaten reduziert werden. Dieses Instrument wirkt sich auf die gesamte Wertschöpfung aus, da Inverkehrbringer und Hersteller von Kunststoffprodukten mit einem zuverlässigen Angebot von Rezyklaten planen und darauf ihre Produktion ausrichten können. Diese Quote stimuliert somit Investitionen in das Recyclinggeschäft in der Chemie- und Kunststoffindustrie, bei Entsorgern und Recyclern. Um den regulatorischen Aufwand insbesondere auf EU-Ebene möglichst gering zu halten, kann sich dieses Konzept nur auf die mengenmäßig am meisten vertriebenen Polymere und auf die Akteurinnen und Akteure mit den größten Marktanteilen beziehen.[121] Realistische Ziele sind in einem Stakeholder-Prozess zu klären, der relevante Branchen einbezieht und Anforderungen verschiedener Stakeholder integriert.

Einführung einer Einspeisevergütung prüfen und ein Konzept modellhaft für den Kunststoffsektor erarbeiten. Die Höhe der Vergütungen könnte nach dem Modell der „Carbon Contracts for Difference“ an die Einsparung von Treibhausgasen durch die Verwendung von Rezyklaten gegenüber der Neuproduktion von Kunststoff gekoppelt werden und die Wettbewerbsfähigkeit der Rezyklate dauerhaft erhöhen[122] Der Markt regelt dann selbst, in welchen Produktanwendungen die Rezyklate zum Einsatz kommen.[123]

Abbau von Hemmnissen für den Rezyklateinsatz durch Normung

dafür einsetzen, Einsatz in einschlägigen Gremien, um **Normungsaufträge** sowohl auf der nationalen als auch der europäischen Ebene zu initiieren (vgl. Kap. 3.4). Die vom DIN koordinierte Normungsroadmap hat deutlichen Bedarf für zu überarbeitende sowie neue Normen gerade bei Kunststoffen aufgezeigt. Aktuelle Normen beziehen sich vor allem auf Verfahren des mechanischen Recyclings und bilden nicht angemessen alle Dimensionen des Recyclingprozesses ab. Diese Lücken in der Normierung beziehen sich nach Aussagen der DIN CE Normungsroadmap insbesondere auf Schadstoffe, Additive in Compoundierungsprozessen und in der chemischen Analytik in Bezug auf Geruch und Ausgasungen. Zusätzliche Normen sollen insbesondere die standardisierte Bewertung einer Lebenszykluskostenbetrachtung, Standards zur Bewertung der Wiederverwendbarkeit von Kunststoffen und Kunststoffabfällen sowie Branchenstandards zur Wiederverwendbarkeit von Kunststoffverpackungen entwickeln.

Optimiertes Recycling von Kunststoffen

Nicht nur zur Vermeidung von CO_2-Emissionen, sondern auch weil recycelter Kohlenstoff eine Voraussetzung für den Weg in eine fossilfreie Chemieindustrie ist, muss die thermische Verwertung von Kunststoffen deutlich reduziert werden. Hierfür sollen werkstoffliche Recyclingverfahren weiterentwickelt und vermehrt genutzt werden und das chemische Recycling für solche Abfallströme entwickelt werden, die bislang nur thermisch verwertet werden.

Durch Design for Recycling soll erreicht werden, dass dort, wo dies möglich ist, Materialien eingesetzt werden, die mechanisch recycelt werden können. Deshalb sind chemische Recyclingverfahren als Ergänzung zum mechanischen Recycling für Stoffströme zu unterstützen, für die mechanisches Recycling nicht in Frage kommt. Industrieseitig wird das Massenbilanzierungsverfahren „fuel use excluded“ als Voraussetzung für Investitionen in das chemische Recycling beschrieben. Die Bundesregierung befürwortet diese Massenbilanzierungsmethode und hat sich in Abstimmungsprozessen auf EU-Ebene dafür eingesetzt.

Forschung

Stärkung der BMUV-Ressortforschung, wobei darauf zu achten ist, erfolgreiche Forschungs- und Pilotprojekte schnell zu skalieren:

- Entwicklungen im Bereich der Kunststoffrecyclingtechnologien zu: in verschiedenen Einsatzbereichen vorhandenen Kunststoffquantitäten und -qualitäten, insbesondere für Produktkategorien mit unzureichender Datenlage für Zirkularität; Kennzahlen und Indikatoren zur Bestimmung der Kreislauffähigkeit von Kunststoffen; den technologischen, ökonomischen und ökologischen Eigenschaften verschiedener Kunststoffrecyclingtechnologien des werkstofflichen Recyclings, enzymbasierter Verfahren und chemischer Zerlegungsverfahren; Umgang mit Verbundmaterialien, dort wo der Einsatz von nicht verbundenen Materialien nicht möglich ist.

- Einsatz und Umgang mit Flammschutzmitteln in Abfällen technischer Kunststoffe aus Elektro- und Elektronikgeräten sowie dem Automobilbau und dem Baubereich.

- Daten, Methoden, Indikatorik zur ökologischen Bewertung von Sortier- und Recyclingtechnologien.

4.11 Öffentliche Beschaffung

4.11.1 Status-Quo

Die öffentliche Beschaffung ist ein wichtiger Hebel. Für die Berücksichtigung von Nachhaltigkeitskriterien sind aber auch vergabe- und zuwendungsrechtliche Fragen sowie die Finanzierung der Mehrkosten zu klären. Das Handlungsfeld „Öffentliche Beschaffung“ umfasst Liefer- und Dienstleistungsaufträge auf allen Ebenen öffentlicher Beschaffungsstellen: Bund, Länder und Kommunen.[124] In der NKWS stehen die Maßnahmen auf Bundesebene im Mittelpunkt; ergänzend werden aber auch die mögliche Zusammenarbeit mit Ländern und Kommunen sowie die EU-Ebene betrachtet. Die Öffentliche Beschaffung besitzt eine große Marktmacht, die auch zur Umweltentlastung genutzt werden kann. Allerdings bestehen bei der Umsetzung allgemeiner Nachhaltigkeitskriterien noch erhebliche Operationalisierungsdefizite.[125] Ein Großteil der Beschaffungsvorgänge ist bisher linear ausgerichtet. Das Konzept einer „zirkulären“ Beschaffung[126], d.h. die Orientierung an Energie- und Materialkreisläufen innerhalb der Lieferketten, als Ziel einer nachhaltigen öffentlichen Beschaffung erfordert ein grundlegendes Neudenken von Beschaffungsprozessen, ein strategisches Beschaffungsmanagement und die Umorganisation von Beschaffungsprozessen.

Dies kann nicht allein aus der einzelnen Organisation heraus initiiert werden, sondern erfordert ebenfalls die Steuerung über wirtschafts-, vergabe- und abfallrechtliche Regelungen. Der öffentliche Nachfragemarkt ist ein Hebel zur Transformation vom linearen zum zirkulären Wirtschaften, ist jedoch auf ein funktionierendes Gesamtsystem – insbesondere die logistische Infrastruktur für Rücknahmen und Wiederbereitstellung und einen ausreichend großen und qualifizierten Angebotsmarkt angewiesen, der die gewünschten Funktionalitäten bereitstellt.

Folgende Hemmnisse behindern eine zirkuläre Beschaffung in Deutschland:

- Die Beschaffungsstellen beschaffen im Auftrag ihrer Bedarfsträger Waren und Dienstleistungen weitgehend linear und müssen sich häufig am Anschaffungspreis als wichtigstem Kriterium orientieren, ohne Beachtung langfristiger Kosten und Nutzen über den gesamten Lebenszyklus. Anforderungen zur kreislaufwirtschaftsfördernden Beschaffung gibt es zwar in spezialgesetzlichen Regelungen, insbesondere in § 45 KrWG für die Behörden des Bundes sowie die der Aufsicht des Bundes unterstehenden juristischen Personen des öffentlichen Rechts, Sondervermögen und sonstigen Stellen. Die Anforderungen sind den Bedarfsträgern und Beschaffungsstellen teilweise nicht bekannt, werden nicht korrekt angewendet oder sind nicht ausreichend operationalisiert. Es fehlt weiterhin an geeigneten Hilfestellungen, diese Anforderungen umzusetzen.

- Welche eventuellen Mehrkosten die Bedarfsträger und Beschaffungsstellen für zirkuläre Beschaffung ausgeben dürfen, ist (haushalts-)rechtlich nicht bestimmt. Der Zielkonflikt zwischen kurzfristiger haushälterischer Sparsamkeit in Bezug auf die direkten Anschaffungskosten und

„echter“ Wirtschaftlichkeit unter Einbezug von Kosten über den gesamten Lebensweg von Produkten (inklusive externer Kosten) ist in der Vergabepraxis vielfach nicht gelöst.

- Den Beschaffungsstellen fehlt eine zentrale Anlaufstelle, die sie zusätzlich zu bestehenden Angeboten rechtlich zu zirkulärer Beschaffung und der Erstellung von Ausschreibungsunterlagen berät.

- Gemeinsame Strukturen und Strategien, die alle Akteurinnen und Akteure des zirkulären Wirtschaftens mit der öffentlichen Hand zusammenbringen, sind noch nicht flächendeckend etabliert.

- Indikatoren und Instrumente zur Kennzeichnung und der Qualitätssicherung zirkulärer Produkte sowie zum Monitoring des Beschaffungsverhaltens fehlen weitgehend.

4.11.2 Laufende Vorhaben auf nationaler und europäischer Ebene

Von Bedeutung für das Handlungsfeld sind folgende laufende Rechtssetzungsprozesse, Vorschriften und Maßnahmen auf nationaler Ebene, die bei der Umsetzung der NKWS berücksichtigt werden:

- **Reform des nationalen Vergaberechts („Vergabetransformationspaket“) des BMWK:** In dieser Reform soll die Nachhaltigkeit in der öffentlichen Beschaffung gestärkt und verbindlicher ausgestaltet werden.

- **Vorbereitung der Weiterentwicklung der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zur Beschaffung klimafreundlicher Leistungen (AVV Klima) des Bundes zu einer AVV Klima und Umwelt (unter Berücksichtigung der Ergebnisse des Vergabetransformationspakets)**, in der die Vorgaben für eine zirkuläre Beschaffung gestärkt und konkretisiert werden. Es ist vorgesehen, die neue AVV nach einem angemessenen Zeitraum zu evaluieren.

- **Maßnahmenprogramm Nachhaltigkeit 2021 der Bundesregierung** mit zahlreichen Restrukturierungs- und Prozessoptimierungsaufgaben für die öffentliche Beschaffung auf Bundesebene. Nach Kapitel IV „Beschaffung“ des Maßnahmenprogramms sind die Behörden und Einrichtungen der Bundesverwaltung verpflichtet, standardisierbare Produkt- und Dienstleistungen elektronisch aus den Rahmenvereinbarungen beim Kaufhaus des Bundes (KdB) zu beziehen, soweit solche Rahmenvereinbarungen mit Nachhaltigkeitskriterien bestehen. Die zentralen Vergabestellen, welche das KdB als Plattform für die Bereitstellung von Rahmenverträgen nutzen, ebenso wie alle anderen Vergabestellen der Bundesverwaltung, sind verpflichtet, die Beschaffung verstärkt am Leitprinzip der Nachhaltigkeit auszurichten[127]. Das KdB wird laut dem Maßnahmenprogramm dafür als zentrale Stelle für die nachhaltige Beschaffung standardisierbarer Produkte und Dienstleistungen, sofern am Markt erhältlich, weiterentwickelt. Die vorgesehene Aufnahme zirkulärer Beschaffungskriterien in zukünftigen Rahmenverträgen des KdB soll zügig entsprechend den vorhandenen Ressourcen umgesetzt werden.

- Es werden **Eckpunkte** für ein **Recycling-Label erarbeitet,** das für die nachhaltige öffentliche Beschaffung nutzbar ist. Dabei wird die Machbarkeit von Angaben zu Recyclingfähigkeit und Rezyklatanteilen geprüft und untersucht, für welche Produktgruppen ein solches Recycling-Label besonders geeignet ist. Bei der Konzipierung des Labels wird darauf geachtet, dass das Label (vergabe-)rechtlichen Vorschriften entspricht.

- Die Kriterien der Zirkularität werden auch in weitere für die Beschaffung genutzte **Gütezeichen (Label)** integriert.

- Das BMWK wird sich dafür einsetzen, **Definitionen zu klimafreundlichen Grundstoffen** mit dem nationalen und europäischen Vergaberecht zu verknüpfen, um Absatzmärkte für grüne Produkte zu stärken. Dies betrifft die Definitionen für klimafreundlichen Stahl und Zement sowie ggf. die Definition für klimafreundliches Ethylen aus dem BMWK-Konzept Leitmärkte für klimafreundliche Grundstoffe.

- Auch auf **EU-Ebene** wird der Einsatz der öffentlichen Beschaffung als Hebel adressiert, aktuell etwa in der Ökodesign-Verordnung, der Bauproduktenverordnung (Construction Products Regulation) und im EU Monitoring Framework von „Eurostat“ mit der Veröffentlichung eines Indikators für die nachhaltige öffentliche Beschaffung 2024.

4.11.3 Ziele

Übergeordnete Vision des zirkulären Wirtschaftens im Handlungsfeld Öffentliche Beschaffung ist, dass die öffentlichen Beschaffungsstellen auf Bundes-, Landes- und Kommunalebene die Beschaffung, insbesondere von Liefer- und Dienstleistungen, unter Berücksichtigung der haushaltsrechtlichen Grundsätze der Wirtschaftlichkeit und Sparsamkeit konsequent an den Prinzipien einer Kreislaufwirtschaft ausrichten.

Auf Grundlage der in Kapitel 1.3 dargestellten Vision einer umfassenden Kreislaufwirtschaft für das Jahr 2045 und als Ergänzung des Leitbildes und der übergeordneten Ziele, die in Kapitel 2 formuliert werden, gelten für dieses Handlungsfeld zusätzlich die folgenden Ziele:

- Für jeden Bedarf wird – soweit nicht der Sache nach offensichtlich ausgeschlossen – geprüft, wie er im Sinne der zirkulären Beschaffung gedeckt werden kann. Dabei werden alle Möglichkeiten der Bedarfsdeckung (Kauf, Miete, Produkt-Service-Systeme etc., auch Nutzungsdauerverlängerung) betrachtet.

- Neue Arbeitsweisen, Nutzungsmuster, längere Haltbarkeit und Servicemodelle sowie Wartungs-, Reparatur- und Aufrüstungsmaßnahmen werden so weit wie möglich genutzt, um Neuanschaffungen auf das notwendige Maß zu reduzieren.

- Bedarfsermittlung und Leistungsbeschreibungen legen den Fokus auf lange Lebenszyklen, Rezyklate enthaltende Produkte und Kreislaufführung der beschafften Gegenstände.

- Lineare oder auf kurze Lebenszyklen ausgerichtete Angebote werden nur in begründeten Ausnahmefällen nachgefragt.
- Es sind Indikatoren zur zirkulären Beschaffung entwickelt und diese werden konsequent angewandt.
- Eine enge Zusammenarbeit und konkrete Einkaufskooperationen zwischen Institutionen der öffentlichen Hand erlauben, wo immer möglich, dass gemeinsam beschafft, getauscht oder geliehen wird.
- Bei der Festlegung der Zuschlagskriterien zur Bewertung der Angebote werden in allen geeigneten Fällen und soweit zusätzlich zur Aufnahme in die Leistungsbeschreibung sinnvoll neben dem Preis auch Nachhaltigkeitskriterien, einschließlich der Kriterien der zirkulären Beschaffung, berücksichtigt.
- Nach Ende der eigenen Nutzung von Produkten werden sie vorrangig an Dritte zur Wiederaufbereitung bzw. Weiterverwendung weitergegeben und nicht entsorgt. Die dafür erforderlichen Anpassungen im Rechtsrahmen öffentlicher Stellen, die Berechtigung für Weiterverkauf und Nachnutzung zulassen, sind in Kraft. Wenn eine Nachnutzung nicht möglich ist, werden ausgesonderte Produkte so recycelt, dass die höchstmögliche Abfallhierarchiestufe gewählt wird.
- Die Ressourcen für die Fortbildung von Mitarbeitenden für die Umsetzung werden entsprechend ausgebaut

Um dies zu erreichen, werden folgende Zeithorizonte für mittelfristige Ziele angestrebt:

- Der Bund legt für sich bis 2030 unter Auswertung bestehender Programme und Vorgaben und entsprechend den erarbeiteten Handreichungen für zirkuläre Beschaffung qualitative und quantitative Zielwerte einschließlich messbarer Indikatoren fest. Hierbei werden klare Zeiträume für die Zielerreichung bis 2045 festgelegt.
- Es werden frühzeitig Gespräche mit den Ländern mit dem Ziel geführt, dass Länder und Kommunen bis 2035 qualitative und quantitative Ziele für zirkuläre Beschaffung festlegen und wird sich bemühen in Abstimmung mit den Ländern und Kommunen ein gemeinsames digitales Monitoring einzuführen.

4.11.4 Maßnahmen

Rechtliche Verankerung der Zirkularität in der öffentlichen Beschaffung

Die **bestehenden Regelungen** zur zirkulären Wirtschaft (insbesondere in § 45 Abs. 2 KrWG) reichen nicht aus, um Zirkularität in der öffentlichen Beschaffung wirksam umzusetzen. Sie sollen daher durch geeignete Reglungen **ergänzt** und **konkretisiert** werden. Die zur Umsetzung von Vorschriften zu entwickelnden Regelungen müssen weiterhin die Berücksichtigung der besonderen Interessenlagen des GB BMVg ermöglichen Der russische Angriffskrieg auf die Ukraine zeigt, wie fragil die europäische Friedensordnung ist. Dies erfordert die Sicherstellung einer beschleunigten öffentlichen Beschaffung

mit dem Ziel der materiellen Einsatzbereitschaft der Streitkräfte, die keine Abstriche bei der Leistungsfähigkeit der zu beschaffenden Güter erlaubt.

Unter Berücksichtigung der Ergebnisse des Vergabetransformationspakets wird der **Erlass einer AVV Klima und Umwelt** als neue Verwaltungsvorschrift des Bundes zur Beschaffung klima- und umweltschonender Leistungen vorbereitet: Sie soll die AVV Klima und den Holzerlass ablösen und erforderlichenfalls bisher nicht oder an unterschiedlichen Stellen geregelte Vorgaben bündeln. Dabei wird geprüft, wie die bereits in der AVV Klima vorgesehene Verpflichtung zur Berücksichtigung von Lebenszykluskosten als Zuschlagskriterium zur Ermittlung des wirtschaftlichsten Angebots noch besser in die Vergabepraxis überführt werden kann.

Bevorzugte Beschaffung gebrauchter und wiederaufbereiteter Produkte: Es wird geprüft, wie die bestehende spezialgesetzliche Regelung für den Bund im § 45 Abs. 2 Nr. 2 KrWG bspw. über eine Verwaltungsvorschrift zu einer besseren praktischen Anwendung gelangen kann.

Prüfung der Ergänzung der Grundsätze der Wirtschaftlichkeit und Sparsamkeit um die Berücksichtigung der **Umweltfreundlichkeit** in untergesetzlichen Regelungen für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen: Bei der Wirtschaftlichkeitsuntersuchung vor der eigentlichen Beschaffung sind die Kosten für Umweltbelange (Lebenszykluskosten, externe Kosten) standardisiert mitzubewerten, bei der Entscheidung zu berücksichtigen und zu dokumentieren. Hierzu wird das BMUV dem zuständigen Gremium konkrete Vorschläge vorlegen.

Die weitere Nutzung langlebiger Produkte am Ende des Nutzungszyklus wird ermöglicht durch:

Die Bedarfsträger der unmittelbaren Bundesverwaltung werden verpflichtet, ausgesonderte Gegenstände, sollte eine Wiederverwendung, Veräußerung oder Weitergabe als Spende nicht möglich sein, vorrangig einer **Wiederaufbereitung zur Verfügung zu stellen** oder einem fachgerechten **Recycling** zuzuführen.

Bevorzugte Weitergabe oder Spende nicht mehr benötigter Produkte der Bundesverwaltung an gemeinnützige Organisationen sowie gemeinwohlorientierte Unternehmen, insbesondere Inklusionsunternehmen (i.S.d. § 118 GWB): Durch Abänderung des bisherigen Verfahrens (BRH-Leitsatz Verwertung ausgesonderter Vermögensgegenstände sowie der bestehenden Richtlinie zur Nutzungsdauer, Aussonderung und Verwertung von IT-Geräten und Software [IT-Rat-Beschluss 2013/7] wird dies durch die Bundesregierung gemeinsam mit dem BRH ermöglicht.

Es werden die rechtlichen Voraussetzungen dafür geschaffen, dass ausgesonderte Gegenstände in einem **öffentlichen Verfahren veräußert** werden können.

Es wird dafür geworben, dass die **Länder und Kommunen** entsprechende Regelungen in ihren Verantwortungsbereichen einführen.

Die **statistische Erfassung** zirkulärer Beschaffung soll **verbessert** werden. Dazu wird ein Indikator[128] für die zirkuläre Beschaffung entwickelt und geprüft, inwieweit die **Vergabestatistikverordnung** (VergStatVO) entsprechend ergänzt werden kann.

Digitalisierung der Beschaffung und digitale Unterstützung des Monitorings

Die zirkuläre Beschaffung als Teil der öffentlichen Beschaffung soll durch die Digitalisierung der Bedarfsermittlung, der Ausführung von Beschaffungsvorgängen und des Monitorings unterstützt werden. Für die zirkuläre Beschaffung wird die Entwicklung **digitaler Hilfsmittel (Tools)**[129] veranlasst und diese Tools werden allen Verwaltungsebenen zur Nutzung angeboten. Schnittstellen zu den etablierten, von den Beschaffungsstellen verwendeten Vergabemanagementsystemen (VMS) sollen genutzt werden. Eine verpflichtende Nutzung beim Bund wird angestrebt.

Die Bundesverwaltung strebt insbesondere folgende Maßnahmen an:

- Prüfung, Entwicklung, Aufbau und Einführung **digitaler Pool- und Sharing-Plattformen**. Diese sollen zur gemeinsamen Inventarisierung und Beschaffung selten genutzter Gegenstände eingerichtet werden (Pool-Lösungen) sowie als digitale Tausch-/ Weitergabebörsen des Bundes fungieren. Für Produkte am Ende ihrer Nutzungsdauer kann über diese Plattformen die Weitergabe an Dritte, z.B. soziale Einrichtungen, abgewickelt werden.

- Entwicklung und für den Bund nach der Durchführung einer erfolgreichen Pilotierung verbindliche Einführung (digitaler) **Bewertungstools für zirkuläre Beschaffung**. Mit Hilfe dieser Tools sollen Beschaffungsstellen zusätzliche Hilfsangebote und Informationen zur Umsetzung der zirkulären Beschaffung erhalten.

- Entwicklung und Einführung eines digitalen **Vertrags- und Lieferantenmanagementtools** mit einer Schnittstelle zum geplanten Vergabemanagementsystem (VMS) des Bundes mit Kennzeichnung kreislaufwirtschaftsrelevanter Informationen. So können insbesondere Gewährleistungsfristen, Wartungsintervalle, Reparaturservice und Garantien automatisiert überwacht oder standardisierte Informationen wie die Art der Lieferung, der Verpackung, Nachnutzung etc. hinterlegt werden.

- Entwicklung und Einführung eines digitalen **Monitoringtools** mit Angaben zur zirkulären Beschaffung. Bestehende Datenerfassungsstrukturen der öffentlichen Beschaffung (z.B. eForms) werden perspektivisch erweitert, u.a. durch Indikatoren zu zirkulärer Beschaffung. Die Beschaffungsstellen sollen mit Hilfe von Monitoringtools die Angaben zur Anzahl, Art und Weise der beschafften Waren- und Dienstleistungen und verwendeten zirkulären Beschaffungskriterien erfassen, um noch zu hebende Potenziale bei der zirkulären Beschaffung deutlich zu machen.

Bündelung von Kompetenzen und organisatorische Maßnahmen

Die im IMA „Nachhaltige Öffentliche Beschaffung“ (IMA nöB) angelegte Bündelung von Kompetenzen und die Stärkung insbesondere der zentralen Beschaffungsstellen in den Bundesbehörden und ihrer Einrichtungen wird ausgebaut. Die organisatorische Einbindung der Länder und Kommunen in die Arbeit des IMA nöB wird geprüft und perspektivisch umgesetzt.

Unter Berücksichtigung personeller und finanzieller Ressourcen wird eine zentrale Anlaufstelle für Beratung zu zirkulärer Beschaffung beim Bund, angesiedelt bei der KNB als zentraler Beratungs- und Informationsstelle für die nachhaltige Beschaffung, etabliert. Die verschiedenen Anlaufstellen für die Beratung zur öffentlichen Beschaffung erschweren, dass Beschaffungsstellen in komplexen Fragen der Zirkularität Auskünfte aus einer Hand erhalten. Mit einer weiteren Zentralisierung können die Stärken der einzelnen Anlaufstellen gebündelt und die Informationen zielgerichtet zur Verfügung gestellt werden. Damit würde die Beschaffung Klimaschutz-, Umwelt-, Innovations- und Kreislaufwirtschaftsanforderungen besser gerecht werden. Folgende Leistungen sollen erbracht werden:

- Soweit strukturell möglich und rechtlich zulässig zentral abrufbare **Beratung** zur rechtssicheren Formulierung zirkulärer Beschaffungsvorgänge einschließlich Einzelfallberatung. Dies wird in Abstimmung mit den Ländern geprüft.

- Bereitstellung von Informationen, **Arbeitshilfen und Best practice**-Beispielen für die zirkuläre Beschaffung. Das umfasst auch die Sammlung von Ergebnissen von Markterkundungen.

- **Qualifizierungsmaßnahmen** zu zirkulärer Beschaffung für Bundesbehörden mit dem Fokus der Problembewusstseinsbildung sowie Lösungsansätzen unter Öffnung für Länder und Kommunen im Rahmen der Fortbildungsinitiative nachhaltige Beschaffung (FoBi). Die Maßnahmen sollen neben den Beschaffungsstellen auch geeignete Informationsangebote für Bedarfsträger und Führungskräfte umfassen.

- Vermiedene Beschaffungen z.B. durch **Wiederverwendung, Weiternutzung oder Reparatur** sollen als Ansatz zur Ressourcenschonung gefördert und als Praxisbeispiele beworben werden.

Es wird eine Arbeitsgruppe unter Einbindung von Vertreterinnen und Vertretern der Länder und kommunalen Spitzenverbänden mit dem Ziel eingerichtet, zur Vereinheitlichung von vergaberechtlichen Regelungen und Anforderungen zur zirkulären nachhaltigen Beschaffung beizutragen und deren Anwendung zu forcieren. Die Arbeitsgruppe soll in die Strukturen des IMA nöB und der KNB eingebunden werden[130].

Ausbau von Kooperationen

Zur verbesserten Kooperation und Stärkung der Synergien bei der Beschaffung sollen folgende Instrumente eingeführt werden:

- **Durchführung** von **Modellvorhaben** für Einkaufskooperationen, Unterstützung bei der Etablierung von „Sharing-Modellen“[131] zwischen den Beschaffungsstellen. Damit Bedarfsträger und Beschaffungsstellen mehr Erfahrungspraxis mit zirkulärer Beschaffung sammeln können, sollen sie sich für gebündelte Beschaffungen und temporäre Einkaufskooperationen im Rahmen des wettbewerbsrechtlich Zulässigen zusammenschließen. Die Beschaffungsstellen werden bei der Etablierung von Einkaufskooperationen und Sharing-Modellen unterstützt.

- **Etablierung** von **Kooperationen** der **Öffentlichen Hand** mit **Unternehmen** und **Organisationen** mit zirkulärem Geschäftsmodell. Das Auffrischen, die Refabrikation und die Weiterverwendung von Beschaffungsgegenständen sollen – unter Beachtung vergaberechtlicher Vorgaben – durch Kooperation und Netzwerkbildung zwischen Bedarfsträgern/Beschaffungsstellen mit Unternehmen und Organisationen mit zirkulärem Geschäftsmodell (Re-Use-Organisationen, etc.) sowie den Austausch über die jeweiligen Bedarfe gestärkt werden.

- **Etablierung** von **Austauschmöglichkeiten** und Netzwerkbildung verschiedener Akteure. Eine erfolgreiche zirkuläre Beschaffung erfordert die Zusammenarbeit mit verschiedenen Akteurinnen und Akteuren, darunter Länder, Kommunen, Unternehmen, Industrie- und Handelskammern, Handwerkskammern und Organisationen der Zivilgesellschaft. Der Bund unterstützt den Aufbau und den Betrieb von Netzwerken unter Wahrung wettbewerbsrechtlicher Grenzen.

Forschungsförderung

- Um zirkuläre Beschaffung perspektivisch weiter zu stärken und die genannten Maßnahmen zu flankieren, sollten folgende Forschungs- und Innovationsbedarfe durch den Bund gefördert werden:

- Entwicklung **produktgruppenspezifischer Mindestanforderungen** für die zirkuläre Beschaffung.

- Modellierung und **Bilanzierung der Umweltauswirkungen** speziell im Hinblick auf zirkuläre Produktalternativen mit hoher Relevanz für die öffentliche Beschaffung.

- Entwicklung von Kriterien und Indikatoren, mit deren Hilfe eine richtungssichere **Kennzeichnung** von zirkulären Produkten oder Aspekten möglich wird (z.B. Haltbarkeit, Zuverlässigkeit der Funktionalität, Langlebigkeit, Reparatur- und Recyclingfähigkeit, Rezyklatanteil), damit diese als Nachweisverfahren im Beschaffungsprozess eingesetzt werden können.

5. Die NKWS im europäischen Kontext

5.1 Status Quo

Die Herstellung, Verwendung und Entsorgung von Rohstoffen, Produkten und Abfallströmen in der EU unterliegt sowohl aufgrund des EU-Binnenmarktes als auch aufgrund gemeinsamer umwelt- und klimapolitischer Zielsetzungen bereits einem umfangreichen Regelwerk. Zentrale übergreifende Strategien und Regelungen auf dem Weg zum zirkulären Wirtschaften auf EU-Ebene bilden das EU-Kreislaufwirtschaftspaket und der EU-Aktionsplan für die Kreislaufwirtschaft.

Mit dem im Jahr 2018 verabschiedeten Kreislaufwirtschaftspaket will die EU eine globale Vorreiterrolle in der Kreislaufwirtschaft einnehmen. Es umfasst eine Strategie sowie neue rechtsverbindliche Ziele für das Abfallrecycling mit spezifischen Zielvorgaben für bestimmte Materialien und die Verringerung der Deponierung. Der von der Europäischen Kommission im März 2020 angenommene Kreislaufwirtschaftsaktionsplan (CEAP) ist ein zentraler Pfeiler des Europäischen Grünen Deals. Der

CEAP zielt darauf ab, das Wirtschaftswachstum in der EU vom Ressourcenverbrauch zu entkoppeln und gleichzeitig die langfristige Wettbewerbsfähigkeit der EU zu sichern. Der CEAP umfasst 35 legislative und nicht-legislative Maßnahmen. Damit soll der Ressourcenverbrauch innerhalb der planetaren Grenzen gehalten und ein entscheidender Beitrag zur Klimaneutralität bis 2050 geleistet werden. Bis Ende 2023 wurden nahezu alle Einzeldossiers zu den Maßnahmen vorgelegt.

Die wichtigsten bereits geltenden EU-Regelungen und Initiativen umfassen u. a. die Verordnung zur Schaffung eines Rahmens für die Festlegung von Ökodesign-Anforderungen, die Richtlinie 2008/98/EG über Abfälle und zur Aufhebung bestimmter Richtlinien (Abfallrahmenrichtlinie), die Verordnung zur Schaffung eines Rahmens zur Gewährleistung einer sicheren und nachhaltigen Versorgung mit kritischen Rohstoffen, die Richtlinie über Elektro- und Elektronik-Altgeräte und die Verordnung über Batterien und Altbatterien.

Um den Regelungsrahmen an die Ziele des Europäischen Grünen Deals anzupassen und den CEAP umzusetzen, wurden oder werden derzeit zahlreiche EU Regelungsvorhaben überarbeitet oder wurden neu initiiert. Dazu gehören neben den o. a. die Verordnung über Verpackungen und Verpackungsabfälle, die Richtlinie über das europaweite Recht auf Reparatur, die delegierten Rechtsakte im Rahmen der EU-Taxonomie (u.a. Verkauf von Gebrauchtwaren, Wiederverwendung von Produkten und Produktteilen zu Textilien und Schuhen in der Kreislaufwirtschaft), die Überarbeitung der EU-Bauprodukteverordnung, der Vorschlag für eine umfassende Überarbeitung der europäischen Altfahrzeug-Richtlinie und die Richtlinie über die Begründung ausdrücklicher Umweltaussagen und die diesbezügliche Kommunikation (Richtlinie über Umweltaussagen, „Green Claims Directive“).

DEU liegt beim prozentualen Anteil von Sekundärrohstoffen am Rohstoffeinsatz mit 13 Prozent leicht über dem EU-Durchschnitt von 11,8 Prozent. In Frankreich und den Niederlanden liegt der Anteil aber fast doppelt bzw. dreimal so hoch.

5.2 Ziele

Auf Grundlage der in Kapitel 1.3 dargestellten Vision einer umfassenden Kreislaufwirtschaft für das Jahr 2045 und als Ergänzung des Leitbildes und der übergeordneten Ziele, die in Kapitel 2 formuliert werden, gelten für dieses Handlungsfeld zusätzlich folgendes Ziel:

Die Transformation hin zu einer klimaneutralen, nachhaltigen und zirkulären Wirtschaftsweise bis zum Jahr 2045 kann nur gemeinsam mit den europäischen Nachbarn gelingen. Bei der Gestaltung und Umsetzung von EU-Maßnahmen im Bereich Kreislaufwirtschaft arbeitet die Bundesregierung eng mit anderen Mitgliedstaaten zusammen (u.a. im Rahmen der Expert Group on Circular Economy and Sustainable Production and Consumption). Mit der NKWS will die Bundesregierung Vorreiter in der Kreislaufwirtschaft werden und neue Maßstäbe für die Weiterentwicklung des EU-weiten Rahmens setzen. Deutschland ist als Industrie- und Technologiestandort und mit seiner führenden Rolle in Kreislaufwirtschaftstechnologien (u.a. mechanisches Recycling, Chemieindustrie) hervorragend aufgestellt. Es gilt, diese Technologieführerschaft beizubehalten und gemeinsam mit den europäischen Partnern weiter auszubauen.

Die in den Kapiteln 3 und 4 dargestellten Vorhaben und Maßnahmen auf EU-Ebene sind weiter voranzubringen und zu unterstützen. Ein Einsatz für eine ambitionierte Ausgestaltung des in den politischen Leitlinien der Europäischen Kommissionspräsidentin für die Legislaturperiode 2024-2029 angekündigten neuen Rechtsakts trägt zu den Zielen der NKWS bei.

6. Internationale Kooperation

6.1 Status Quo

Deutschlands Volkswirtschaft ist als „Durchflusswirtschaft“, die viele Rohstoffe und Halbwaren importiert und oft fertige, industriell erzeugte Produkte exportiert, auf ein funktionierendes Netz internationaler Partnerschaften angewiesen (vgl. Kap. 3.8). Wertschöpfung muss in einer zunehmend zirkulären Welt, zum gegenseitigen Vorteil, sozial gerecht und inklusiv und im Sinne des Klima- und Umweltschutzes organisiert werden.

Deutschland dürfte sich zu einem noch bedeutenderen Produktionsort von Sekundärrohstoffen entwickeln, welche auch auf den Weltmärkten verkauft werden können. Gleichzeitig wird es aus Kosten- oder energetischen Gründen, aufgrund unterschiedlicher technischer Spezialisierungen sowie zur angemessenen Integration des „globalen Südens“ in diesen neu auszugestaltenden Markt sinnvoll und notwendig sein, bestimmte Anteile von Sekundärrohstoffen aus dem Ausland zu beziehen. Das notwendige Netzwerk internationaler Partnerschaften sollte durch die Bundesregierung in enger Abstimmung mit europäischen und internationalen Partnern maßgeblich mit aufgebaut und befördert werden. Dabei müssen die Chancen und Risiken aus der Kreislaufwirtschaft global und zwischen Bevölkerungsgruppen fair verteilt werden. So muss beispielsweise darauf geachtet werden, dass die Belange aller sozialen Gruppen einschließlich des informellen Sektors berücksichtigt werden sowie für alle Bevölkerungsgruppen gerechter Zugang und nachhaltige und menschenwürdige Arbeitsplätze geschaffen werden.

Die Bundesregierung orientiert sich an der Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung sowie am Pariser Klimaabkommen. Für die Umsetzung dieser und weiterer globaler Rahmenübereinkommen spielen Kreislaufwirtschaft und Ressourceneffizienz eine zunehmende Rolle. Daher setzt sich die Bundesregierung seit vielen Jahren erfolgreich auch dafür ein, dass Kreislaufwirtschaft und Ressourceneffizienz international als Lösungsinstrumente wichtige Instrumente der weltweiten Umwelt- und Klimaschutzkrise wahrgenommen werden. Die Umsetzung der globalen Abkommen erfolgt zum Beispiel durch Kooperation mit den Regierungen von Partnerländern im Rahmen der Entwicklungszusammenarbeit u.a. in Form multilateraler und bilateraler Instrumente und Finanzierungslösungen und Vorhaben. Durch diese Art der Zusammenarbeit wird die Eigenverantwortung („*ownership*“) der Länder und damit die Nachhaltigkeit der Umsetzung gestärkt.

Darüber hinaus wurde bereits 2015 unter deutscher G7-Präsidentschaft die G7-Allianz für Ressourceneffizienz (ARE)[132] gegründet. Die erneute deutsche G7-Präsidentschaft 2022 wurde genutzt, um mit der Berlin Roadmap[133] einen ambitionierten Fahrplan der G7 zur Nutzung von Ressourceneffizienz und Kreislaufwirtschaft für Klima- und Umweltschutz zu etablieren. Auf G20-Ebene

wurde unter deutscher Präsidentschaft 2017 mit dem G20 Ressourceneffizienzdialog[134] das zentrale Forum der G20 zum Austausch zu Ressourceneffizienz und Kreislaufwirtschaft geschaffen. Zudem setzt sich die Bundesregierung seit längerer Zeit für ein ambitioniertes internationales Abkommen zur Beendigung von Plastikverschmutzung[135] ein und hat beispielsweise die dazugehörige High Ambition Coalition to End Plastic Pollution[136] mitgegründet.

In den internationalen Klimaverhandlungen setzt sich Deutschland dafür ein, dass das große, aber bisher noch zu wenig genutzte Klimaschutzpotential von Kreislaufwirtschaft und Ressourceneffizienz (vgl. Kap. 1.4) mehr Berücksichtigung findet. Ein Durchbruch konnte bei der 28. Internationalen Klimakonferenz (COP28) erzielt werden, als die Vertragsstaaten in der Abschlusserklärung erstmalig die Bedeutung der Kreislaufwirtschaft für die Klimawandelminderung festhielten. Die Bundesregierung unterstützt zudem die plurilateralen Initiativen zu Handel und Umwelt im WTO-Rahmen, darunter auch die "Trade and Environmental Sustainability Structured Discussions (TESSD)". TESSD befasst sich in einer informellen Arbeitsgruppe mit Handelsaspekten der Kreislaufwirtschaft, u.a. mit den Themen Transparenz, Standards und Regulierung, Handelserleichterung, Abfallmanagement, Kapazitätsaufbau und technische Unterstützung.

Um verstärkt Kreislaufwirtschaftsmaßnahmen umzusetzen, fehlt es in vielen Ländern an Kapazitäten und Ressourcen, vor allem aber Finanzierungslösungen, um insbesondere Vorhaben im breiteren Verständnis (vgl. R-Strategien in 3.1) vom zirkulären Wirtschaften zu initiieren und umzusetzen. Insbesondere Länder mit niedrigem und mittlerem Einkommen stehen vor großen Herausforderungen, die benötigten Mittel bereitzustellen und private Investitionen für nachhaltige zirkuläre Geschäftsfelder zu mobilisieren. Hier können internationale Finanzinstitutionen, wie multilaterale und regionale Entwicklungsbanken, oder auch internationale Fonds eine entscheidende Rolle spielen. Dies kann beispielsweise über Beratungsdienste, Finanzierungen, Risikominimierung von privaten Investitionen sowie Standardisierung von Bewertungskriterien von Investitionen in Kreislaufwirtschaft erfolgen.

Dafür ist es zentral, dass internationale Finanzinstitutionen und Regierungen nachhaltiges und gerechtes zirkuläres Wirtschaften verstärkt als prioritäres Querschnittsthema zur Erreichung anderer strategischer Ziele, u.a. der Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung und des Pariser Klimaabkommens, aufgreifen. Dies umschließt u.a. die Förderung wirkungsvoller und übertragbarer zirkulärer Vorhaben sowie das Teilen des entsprechenden Erfahrungswissens.

6.2 Ziele

Auf Grundlage der in Kapitel 1.3 dargestellten Vision einer umfassenden Kreislaufwirtschaft für das Jahr 2045 und als Ergänzung des Leitbildes und der übergeordneten Ziele, die in Kapitel 2 formuliert werden, gilt für dieses Handlungsfeld zusätzlich das folgende Ziel:

Die Transformation zu einer nachhaltigen, weitgehend ressourceneffizienten und zirkulären, globalen Wirtschaft aktiv und als starke Stimme in Europa und international weiter voranbringen. Eine grundsätzliche Neuausrichtung zu einem zirkulären Wirtschaftsmodell und eine inklusive und sozial gerechte Ausgestaltung der ökologischen und wirtschaftlichen Transformation. Zu diesem Zweck knüpft Deutschland weiterhin starke und effektive bi- und multilaterale Netzwerke und bringt sich bestimmt

und konstruktiv in Prozesse auf Ebene der Vereinten Nationen und in anderen internationalen Gremien und Dialogen (z.B. G7, G20) ein.

6.3 Maßnahmen und Instrumente

Zur Erreichung der o.g. Ziele sind die folgenden Maßnahmen erforderlich. Generell ist für deren Gelingen in vielen Fällen eine enge Zusammenarbeit mit Akteurinnen und Akteuren aus Wirtschaft, Zivilgesellschaft und Wissenschaft notwendig.

- Kreislaufwirtschaft fest als **Hebel für den internationalen Klimaschutz** verankern: Die Nennung von Kreislaufwirtschaft als Instrument der Klimawandelminderung in der ersten globalen Bestandsaufnahme zum Übereinkommen von Paris (Abschlusserklärung der COP28) war ein wichtiger Erfolg, kann aber nur ein erster Schritt sein. Entscheidend ist, das Thema weiter als Element in den Klimaverhandlungen zu etablieren und gleichzeitig die konkrete Umsetzung notwendiger Maßnahmen global voranzutreiben. Ein wichtiger Meilenstein ist dabei das 2025 anstehende Update der **nationalen Klimaschutzbeiträge (NDCs)**. Die globale Bestandsaufnahme ist als Auftrag an alle Vertragsstaaten zu sehen, Kreislaufwirtschaft stärker in ihren NDCs zu berücksichtigen.

- Kreislaufwirtschaft als zentralen Ansatzpunkt für den internationalen Biodiversitätsschutz umsetzen: Vermeidung von Verschmutzung und nachhaltiger Konsum sind Ziele des **Globalen Biodiversitätsrahmenwerks,** die durch die Integration von Kreislaufwirtschaft in den **nationalen Biodiversitätsstrategien und Aktionsplänen (NBSAPs)** berücksichtigt werden.

- Weitere Umsetzung der **G7 Berlin Roadmap**: Mit der G7 Berlin Roadmap haben die G7-Mitglieder 2022 festgehalten, dass ein Erreichen der Nachhaltigkeitsziele der Vereinten Nationen sowie der globalen Klima- und Biodiversitätsziele ohne mehr Ressourceneffizienz und Kreislaufwirtschaft unerreichbar ist. Die Roadmap enthält daher eine Liste mit konkreten Maßnahmen, die von den G7 innerhalb der Laufzeit der Roadmap (2022-2025) umgesetzt werden sollen. Deutschland wird sich weiter dafür einsetzen, dass den Ankündigungen auch konkrete Umsetzungsschritte folgen.

- Kreislaufwirtschaft auf **G20-Ebene** voranbringen: Zentrales Austauschforum zu diesem Thema bleibt weiterhin der **G20 Ressourceneffizienzdialog (RED)**. Deutschland wird den unter indischer Präsidentschaft 2022 angestoßenen Aktualisierungsprozess zum Arbeitsplan des RED aktiv und konstruktiv vorantreiben. Ressourceneffizienz und Kreislaufwirtschaft müssen auch in den nächsten Jahren hoch auf der Agenda der G20 bleiben.

- **Austausch mit Schlüsselakteuren** stärken: Deutschland besitzt beim Thema Kreislaufwirtschaft große Expertise, von deren Weitergabe sowohl andere Staaten als auch deutsche Unternehmen profitieren können. Beispiele sind die 2023 *angestoßenen bilateralen Kreislaufwirtschaftsdialoge* mit der Volksrepublik China und mit Brasilien. Ein enger Dialog findet auch mit weiteren wichtigen strategischen Partnern statt, wie Japan, Indonesien oder Indien.

- **Kapazitäten in Partnerländern stärken:** Die Bundesregierung kooperiert eng mit ihren Partnerländern, um diese bei der Transformation zu einer nachhaltigen und gerechten Kreislaufwirtschaft zu unterstützen. Ein besonderer Schwerpunkt liegt dabei auf benachteiligten Gruppen. Dieses Engagement muss ausgeweitet werden, damit Länder des „globalen Südens" nicht von Wertschöpfungsketten der Kreislaufwirtschaft ausgeschlossen werden oder Umwelteffekte und soziale Auswirkungen in diese Länder verlagert werden. Vor diesem Hintergrund hat die Bundesregierung 2019 die PREVENT Waste Alliance[137] ins Leben gerufen. In der Kooperationsplattform kommen Akteurinnen und Akteure aus unterschiedlichen Ländern zusammen, um innovative Lösungen für die Kreislaufwirtschaft im „Globalen Süden" auszubauen. Wichtige weitere Instrumente werden der neue IKI-Förderschwerpunkt **„Closing the loop – Zirkuläres und ressourceneffizientes Wirtschaften als Treiber für Klima- und Umweltschutz insbesondere in G20-Schwellenländern"**[138] sowie Projekte im Rahmen der *Team Europe Initiative* (TEI) sein.

- Darüber hinaus ist es wichtig, **digitale Kapazitäten in Partnerländern** für nachhaltige und gerechte Kreislaufwirtschaft zu fördern und digitale Klüfte abzubauen, um Vorhaben wie den digitalen Produktpass global erfolgreich umzusetzen. Weiterhin unterstützt die Bundesregierung die Beteiligung von Partnerländern an der Erarbeitung und Vereinheitlichung international anerkannter Normen, Mess- und Prüfverfahren, welche beispielsweise für die Gewährleistung der Produktsicherheit und des internationalen Handels notwendig sind.

- **Zusammenarbeit auf multilateraler Ebene und im Rahmen der Vereinten Nationen** fördern: Deutschland wird seine Führungsrolle in multilateralen Prozessen nutzen, um die Bedeutung der Kreislaufwirtschaft für die Lösung der planetaren Krisen zu unterstreichen. Ein wichtiger Prozess sind dabei die **Umweltversammlungen der Vereinten Nationen (UNEA)**, die regelmäßig wichtige Resolutionen zu diesem Thema verabschieden. Zentrale Leitlinie soll dabei die Forschung des **Weltressourcenrates (International Resource Panel, IRP)** sein, insbesondere der 2024 neu erschienene Global Resources Outlook 2024. Neben dem Einsatz der Bundesregierung das Thema Kreislaufwirtschaft in den internationalen Foren zu etablieren, werden auch Projekte in Kooperation mit multilateralen Partnern gefördert, zum Beispiel mit der Organisation der Vereinten Nationen für industrielle Entwicklung (UNIDO).

- **Finanzierungsmöglichkeiten der Kreislaufwirtschaft auf internationaler Ebene** verbessern: Insbesondere Länder mit niedrigen und mittleren Einkommen stehen vor der Herausforderung, Kapital für den Übergang zu zirkulären Wirtschaftsweisen zu mobilisieren. Dabei kann die Kreislaufwirtschaft einen komplementären Ansatz für nachhaltige Entwicklung bieten, der Industrialisierung, Innovation, Umweltschutz und Resilienz miteinander verknüpft. Zum Beispiel werden über die Globale Umweltfazilität (GEF) Projekte für einen Ausbau der Kreislaufwirtschaft finanziert. Zentral ist der Einsatz dafür, etablierte Finanzierungsmechanismen, z. B. die Erweiterte Herstellerverantwortung (*Extended Producer Responsibility* - EPR), weltweit zu stärken sowie innovative Finanzierungsmöglichkeiten zu fördern. Außerdem soll die Rolle internationaler Finanzinstitutionen wie **multilateraler Entwicklungsbanken (MDB), regionaler Entwicklungsbanken**

sowie die Rolle des Privatsektors (vgl. Kap. 3.5) bei der **Finanzierung von Investitionen in die Kreislaufwirtschaft** gestärkt werden.

- **Recycling- und Technologiepartnerschaften (*„just circular economy partnerships“)*** mit internationalen Partnern etablieren: Mit ausgewählten Partnern und in enger Abstimmung mit der EU sind Recycling- und Technologiepartnerschaften (*„just circular economy partnerships“)* zu etablieren, um gegenseitigen Wissensaustausch und die Bereitstellung von hochwertigen Sekundärrohstoffen zu fördern. Dabei ist insbesondere zu prüfen, welche strategische Rolle die **Exportinitiative Umweltschutz (EXI)**[139] sowie die **ReTech Partnerschaft**[140] und die ***PREVENT Waste Alliance*** darin spielen sollten. Ziel der EXI ist es, u.a. im Schlüsselbereich Kreislaufwirtschaft GreenTech-Unternehmen (insb. KMU) und Forschungseinrichtungen zu fördern, um Instrumente und Maßnahmen für eine Erweiterte Produzentenverantwortung als Hebel für den internationalen Einsatz von deutschen Ressourceneffizienz- und Umweltschutztechnologien nutzen zu können. So können nachhaltige Wertschöpfungsketten durch umweltfokussierte Außenwirtschaftsförderung etabliert werden. Neben Know-How- und Technologie-Austausch sollen internationale Kooperationen dazu genutzt werden, um Gründungen und Start-Ups im Bereich der Kreislaufwirtschaft in Deutschland anzusiedeln und damit den Markenkern einer "Circular Economy made in Germany" langfristig zu festigen.

- Rahmen für Kreislaufwirtschaft bei Kunststoffen mit **VN-Plastikabkommen** setzen: Deutschland wird sich weiterhin für einen ambitionierten Abschluss der Verhandlungen zum VN-Plastikabkommen einsetzen. Das Ziel muss sein, den gesamten Lebensweg von der Primärpolymerproduktion bis hin zur Abfallbehandlung zu adressieren, um global gleiche Wettbewerbsbedingungen (globales „Level-Playing-Field“) für die Kreislaufführung von Kunststoffen zu etablieren und die globale Plastikverschmutzung zu bekämpfen.

7. Umsetzung und Fortentwicklung der Strategie

7.1 Schritte zur Umsetzung der NKWS

Um die ambitionierten Ziele der NKWS bis 2045 zu erreichen, müssen die in der NKWS verankerten Maßnahmen und Instrumente zügig und stringent umgesetzt werden. Neben den übergeordneten Zielen bis 2045 sind daher auch erste Zwischenziele bis 2030 in den einzelnen Handlungsfeldern benannt.

Ein Umsetzungsfahrplan basierend auf diesen Zielvorstellungen ist in der NKWS bereits angelegt. Nach Kabinettbeschluss der NKWS sind folgende Schritte zur Umsetzung der NKWS zu initiieren:

- Einrichtung einer Plattform für Kreislaufwirtschaft, in der die konkrete Umsetzung der NKWS gemeinsam mit Stakeholdern aus der Wirtschaft, Zivilgesellschaft und dem öffentlichen Sektor sowie Expertinnen und Experten aus der Wissenschaft vorbereitet und begleitet werden soll (vgl. Kap. 7.2);

- Entwicklung einer Roadmap 2030, um die in der NKWS bereits ausgeführten Vorhaben und Zeitpläne zu konkretisieren;
- Aufbau eines angemessenen und effizienten Monitoring- und Evaluationssystems, das über den Umsetzungsstand der Ziele und Maßnahmen berichtet (vgl. Kap. 7.4);
- Prüfung der Notwendigkeit, ob und wie zentrale Ziele der NKWS und ihr Monitoring auf eine neue gesetzliche Grundlage gestellt werden können bzw. müssen;
- Beschlüsse zur Finanzierung als Grundlage für die beschlossenen Maßnahmen (vgl. Kap. 7.5).

Die Roadmap 2030 sowie zugrundeliegende Prioritäten werden regelmäßig überprüft und bei Bedarf angepasst und erweitert.

Daneben bestehen weitere Strategien, Programme und Initiativen der Bundesregierung. Aufgabe der NKWS ist es, diese zu verbinden und zusammenzuführen (vgl. Kap. 1.7).

7.2 Plattform für Kreislaufwirtschaft

Die Umsetzung der NKWS wird nur im Schulterschluss aus Politik, Wirtschaft, Gesellschaft, Kultur und Wissenschaft gelingen. Dazu bedarf es eines gemeinsamen regelmäßigen Austausches über den Fortschritt bei Zielen und Maßnahmen, aber auch über weitere notwendige Schritte oder die Anpassung konkreter Instrumente. Eine Plattform für Kreislaufwirtschaft, wie sie u. a. auch von der Allianz für Transformation und zahlreichen Stakeholdern der Beteiligung zur NKWS gefordert worden ist, ist Voraussetzung für die von der NKWS intendierte grundlegende Transformation. Diese soll neue Technologien, Strukturen und Geschäftsmodelle umfassen.

Den Ländern und Kommunen kommt bei der Umsetzung der Ziele und Maßnahmen der NKWS eine besondere Rolle zu. In der föderalen Ordnung Deutschlands obliegen ihnen in wichtigen Bereichen der Kreislaufwirtschaft Rechtsetzungs- und Verwaltungskompetenzen. Für Themen, die Bund, Länder und Kommunen besonders betreffen – wie Beschaffung oder zirkuläres Bauen – sollen daher auch weitere, etablierte Gremien, wie bspw. die Bund-Länder-Arbeitsgruppe Abfall (LAGA) und die länderoffene Arbeitsgruppe Ressourceneffizienz (LAGRE) der Umweltministerkonferenz genutzt, aber auch betroffene Gremien weiterer Fachministerkonferenzen beteiligt werden.

Hinzu kommt die Kooperation auf EU- und internationaler Ebene, um die Kreislaufwirtschaft zu einem weltweiten Erfolgsmodell zu machen.

Um die NKWS erfolgreich umzusetzen zu können, bedarf es einer verlässlichen und klaren Plattformstruktur, die auch über den Kabinettsbeschluss und die Legislaturperiode hinaus die Einbindung von Wirtschaft, Gesellschaft und Wissenschaft sicherstellt. Denkbare Elemente und Auftrag einer Plattform für Kreislaufwirtschaft könnten daher z.B. sein:

- Mit allen betroffenen Akteurinnen und Akteuren die strategische Ausrichtung und kontinuierliche Weiterentwicklung der Transformation zu einer Kreislaufwirtschaft in Deutschland voranzubringen.

- Zur praxisnahen und bürokratiearmen Weiterentwicklung der Maßnahmen und Instrumente in den einzelnen Handlungsfeldern durch die Vernetzung aller Akteurinnen und Akteure für Politik und Verwaltung beizutragen.

- Die praktische (Weiter)Entwicklung, Erprobung und (pilothafte) Umsetzung von Maßnahmen und Instrumenten zu initiieren. Das umfasst Maßnahmen wirtschaftlicher und gesellschaftlicher (z.B. Demonstrationsprojekte, freiwillige Branchenvereinbarungen) genauso wie politischer Akteurinnen und Akteure (z.B. Schaffung besserer Rahmenbedingungen für Reallabore).

- Die Potenziale der Digitalisierung für die Kreislaufwirtschaft erschließen und den Aufbau einer entsprechenden Dateninfrastruktur durch die Bundesregierung zu unterstützen.

- Privates Kapital zur Umsetzung von bspw. Leuchtturmprojekten (u.a. durch Kopplung an öffentliche Förderung) zu mobilisieren.

- National und international die Sichtbarkeit auf die Transformation hin zur Kreislaufwirtschaft in Deutschland zu erhöhen und Deutschland als Anlaufstelle für Innovationen und Technologien rund um die Kreislaufwirtschaft zu etablieren sowie die Anschlussfähigkeit von Lösungen kommunikativ in der Breite zu unterstützen.

- Informationen zu Fördervorhaben, Inkubatoren und Maßnahmen Dritter für Unternehmen, Start-Ups und Forschung, aber auch allgemeine Informationen zur Kreislaufwirtschaft für interessierte Bürgerinnen und Bürger bereitzustellen, z.B. über Plattformkonferenzen, Social Media und die NKWS Webseite.

Die organisatorischen Details zur Plattformstruktur, die schlank und effektiv ausgestaltet werden soll, sowie der Auftrag der Plattform werden nach der Verabschiedung der NKWS ausgearbeitet und festgelegt. Dabei werden Erfahrungen der Bundesregierung mit ähnlichen Plattformen in Ihrer Ausgestaltung berücksichtigt und Dopplungen vermieden.

7.3 Initiativen aus Wirtschaft und Gesellschaft

Kreislaufwirtschaft ist auf Initiativen aus Wirtschaft und Gesellschaft angewiesen, damit Maßnahmen schnell in die Umsetzung kommen, wechselseitiges Lernen stattfindet und die Skalierung vorangetrieben werden kann. Denn das Ziel ist, ökologische, technologische und sozialverträgliche Innovationen möglichst schnell zu verbreiten.

Dabei bestehen die Initiativen aus Wirtschaft und Gesellschaft in ganz unterschiedlichen Feldern: branchenübergreifende Wirtschaftsinitiativen, themenbezogene Expertenkreise, Start-Up-Initiativen, regionale und kommunale Initiativen u. a.

Beispiele für Initiativen aus Wirtschaft und Gesellschaft sind: Die Circular Economy-Initiative des BDI, das Circonomy Hub der Fraunhofer-Gesellschaften, Circular Republic, das Netzwerk circular futures, Circular Valley, Cradle to Cradle NGO, CIRCULAZE, die Förderinitiative CirculAid – Kreislaufwirtschaft im

Gesundheitswesen und, bereits abgeschlossen, die Circular Economy-Initiative-Deutschland von acatech, „Modell Deutschland“ zur Circular Economy vom WWF, die DIN Normungs-Roadmap Circular Economy.

Die verschiedenen Initiativen aus Wirtschaft und Zivilgesellschaft zeigen, dass viele Marktteilnehmer dazu bereit sind, zirkulär zu wirtschaften und zu handeln, ressourcenschonend zu produzieren, zu forschen und zu konsumieren. Solche Initiativen auf nationaler, aber auch auf europäischer und internationaler Ebene, sollen im Rahmen der Umsetzung der NKWS noch stärker einbezogen werden, um zu ihrer Vernetzung beizutragen und die Initiativen zu unterstützen, damit die zirkuläre Wirtschaft ein Gemeinschaftsprojekt wird, das mit breiter Unterstützung vorangetrieben wird. Hierzu sollen gemeinsame Formate und Initiativen entwickeln werden.

7.4 Monitoring und Evaluation

Durch eine regelmäßige Evaluation der Strategie unter Berücksichtigung der Ziele, Indikatoren, Maßnahmen und Instrumente soll die Zielerreichung der Strategie überprüft werden, so dass ggf. Anpassungen vorgenommen werden können. Die wissenschaftliche Evaluation wird durch das federführende Ressort BMUV bzw. das Umweltbundesamt beauftragt.

Wichtige Grundlage der Evaluation ist ein kontinuierliches Monitoring aller Indikatoren für die Zielerreichung als auch der Umsetzungsstand der Maßnahmen und Instrumente. Das Monitoring wird im Rahmen eines Forschungsvorhabens entwickelt. Vorhandene Daten der amtlichen Statistik sind auf eine Nutzung für das Monitoring zu prüfen. Die Durchführung liegt bei den für die Maßnahmen jeweils zuständigen Ressorts.

Monitoring und Evaluation sollen alle Maßnahmenprogramme der Ressorts einschließen, die substantiell auf die Ziele der NKWS einzahlen.

7.5 Finanzierung

Bereits heute bestehen zahlreiche Förderprogramme der Bundesregierung, die die Ziele Kreislaufwirtschaft und Ressourceneffizienz vollständig oder teilweise zum Inhalt haben (siehe Anhang). Diese bestehenden Förderprogramme sollen noch weiter im Sinne der Ziele, Maßnahmen und Instrumente der NKWS ausgestaltet werden. Ein Aktionsprogramm „Zirkuläre Wirtschaft“ dient der künftigen Umsetzung der NKWS. Das Aktionsprogramm soll über einen breiten Instrumentenmix die nationale und globale Transformation zu weniger Primärrohstoffverbrauch und geschlossenen Stoffkreisläufen anstoßen, zur Erreichung der Klimaziele beitragen und die Chancen zirkulären Wirtschaftens weiter zu verbessern.

Die mit der Umsetzung der NKWS verbundenen Finanzbedarfe fügen sich in die haushalts- und finanzpolitischen Vorgaben der Bundesregierung ein. Alle Maßnahmen der NKWS einschließlich des Aktionsprogramms „Zirkuläre Wirtschaft“ stehen unter Finanzierungsvorbehalt sowie unter dem Vorbehalt der finanzverfassungsrechtlichen Kompetenz/Zuständigkeit des Bundes. Sie beinhalten weder eine (Vor-)Festlegung im Hinblick auf den Etat noch präjudizieren sie den Haushaltsgesetzgeber. Etwaige aus der Strategie für den Bund resultierende Mehrbedarfe an Personal- und Sachmitteln sind

im Rahmen der geltenden Haushalts- und Finanzplanung im jeweiligen Einzelplan vollständig und dauerhaft zu finanzieren.

8. Anhang

Abkürzungsverzeichnis

Acatech	Deutsche Akademie der Technikwissenschaften
ARE	G7-Allianz für Ressourceneffizienz
AStV	Ausschuss der Ständigen Vertreter
AVP	Abfallvermeidungsprogramm
AVV Klima	Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Beschaffung klimafreundlicher Leistungen
AVV Umwelt	Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Beschaffung klima- und umweltschonender Leistungen
BattG	Batteriegesetz
BDI	Bundesverband der Deutschen Industrie
BEG	Bundesförderung für effiziente Gebäude
BGR	Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe
BIBB	Bundesinstitut für berufliche Bildung
BImSchG	Bundes-Immissionsschutzgesetz
BMEL	Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft
BMF	Bundesministerium der Finanzen
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BMK	Bauministerkonferenz
BMUV	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz
BMVg:	Bundesministerium der Verteidigung
BMWK	Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz
BMWSB	Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen
BÖL	Bundesprogramm Ökologischer Landbau
BRH	Bundesrechnungshof
BREF	Best Available Techniques Reference Document
CCS	Carbon Capture and Storage

CCU	Carbon Capture and Utilisation
CE	Circular Economy
CEAP	Circular Economy Action Plan
CEID	Circular Economy Initiative Deutschland
CFK	Carbonfaserverstärkter Kunststoff
CIGS	Kupfer-Indium-Gallium-Diselenid (Copper Indium Gallium Selenide)
CIRCULAZE	Initiative zur Förderung der Kreislaufwirtschaft
CLP	Classification, Labelling and Packaging (Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen)
CMS	Carbon Management-Strategie
CO_2	Kohlendioxid
COP28	28. Vertragsstaatenkonferenz der UN-Klimarahmenkonvention
CRMA	Critical Raw Materials Act
DEU	Deutschland
DIERec	Direkte und indirekte Effekte des Recyclings
DIN	Deutsches Institut für Normung
DKE	Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik
DNS	Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie
DPP	Digitaler Produktpass
EAG	Elektro- und Elektronikaltgeräte
EAG-BehandV	Elektro- und Elektronik-Altgeräte-Behandlungsverordnung
EE	Erneuerbare Energien
EFSI	Europäischer Fonds für strategische Investitionen
EG	Europäische Gemeinschaft
EIB	Europäische Investitionsbank
EMAS	Eco-Management and Audit Scheme
EN	Europäische Norm
EPBD	EU-Gebäuderichtlinie (Energy Performance of Buildings Directive)

EPR	Extended Producer Responsibility (Erweiterte Herstellerverantwortung)
EREK	European Resource Efficiency Knowledge Center
ESPR	Ecodesign for Sustainable Products Regulation
ETS	Emission Trading System (Europäisches Zertifikatehandel-System)
EU	Europäische Union
EU-BattVO	Batterie-Verordnung (EU) 2023/1542
EXI	Exportinitiative Umweltschutz
F&E	Forschung und Entwicklung
F-Gase	Fluorierte Treibhausgase
FONA	Forschung für Nachhaltigkeit
GB	Geschäftsbereich
GEF	Globale Umweltfazilität (Global Environment Facility)
GEG	Gebäudeenergiegesetz
GewAbfV	Gewerbeabfallverordnung
GFK	Glasfaserverstärkter Kunststoff
GRP	Gebäude(ressourcen)pass
GRW	Gemeinschaftsaufgabe „Verbesserung der regionalen Wirtschaftsstruktur“
GT	Gross Tonnage (Bruttoraumzahl)
GWB	Gesetz gegen Wettbewerbsbeschränkungen
GWP	Global Warming Potential (Treibhauspotenzial)
HaaS	Heating as a Service
HFKW	Teilfluorierte Kohlenwasserstoffe
HOAI	Honorarordnung für Architekten und Ingenieure
IKI	Internationale Klimaschutzinitiative
IKT	Informations- und Kommunikationstechnologie
IMA	Interministerieller Ausschuss
IMA nöB	Interministerieller Ausschuss „Nachhaltige Öffentliche Beschaffung“
IRP	International Resource Panel (Weltressourcenrat)

ISO	International Organization for Standardization
JICE	Joint Initiative on Circular Economy
JRC	Joint Research Centre
KdB	Kaufhaus des Bundes
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
KI	Künstliche Intelligenz
KMU	Kleine und mittlere Unternehmen
KNB	Kompetenzstelle nachhaltige öffentliche Beschaffung
KrWG	Kreislaufwirtschaftsgesetz
KSG	Bundes-Klimaschutzgesetz
LAB	Bundesforschungszentrum/Labor
LAGA	Bund-Länder-Arbeitsgruppe Abfall
LAGRE	Länderoffene Arbeitsgruppe Ressourceneffizienz
LCA	Lebenszyklusanalyse
LV-Batterien	Leichtverkehrs-Batterien
MCN	Maritime Cluster Norddeutschland
MDB	Multilaterale Entwicklungsbanken
MiD	Mobilität in Deutschland
MX	Manufacturing-X
NABIS	Nationale Biomassestrategie
NBÖS	Nationale Bioökonomiestrategie
NDC	Nationally Determined Contributions (Nationale Klimaschutzbeiträge)
NFDI	Nationale Forschungsdateninfrastruktur
NGO	Nichtregierungsorganisation
NKI	Nationale Klimaschutzinitiative
NKWS	Nationale Kreislaufwirtschaftsstrategie
OECD	Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung
PA-BBNE	Projektagentur Berufliche Bildung für Nachhaltige Entwicklung

PCR	Post-Consumer-Rezyklate
PET	Polyethylenterephthalat
PM	Particulate Matter
PMD	Plattform MaterialDigital
PP	Polypropylen
PPWR	EU-Verpackungsverordnung (Packaging and Packaging Waste Regulation)
PREVENT	PREVENT Waste Alliance
ProgRess	Deutsches Ressourceneffizienzprogramm
PS	Polystyrol
PV	Photovoltaik
QNG	Qualitätssiegel Nachhaltiges Gebäude
RC	Recycling-Baustoffe
REACH	Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals (Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe)
RED	Ressourceneffizienzdialog
RL	Richtlinie
RMC	Raw Material Consumption (Rohstoffverbrauch)
RMI	Raw Material Input (Rohstoffeinsatz)
SCIP	Substances of Concern In articles as such or in complex objects (Products)
TEI	Team Europe Initiative
TESSD	Trade and Environmental Sustainability Structured Discussions
TMR	Total Material Requirement (Gesamtmaterialbedarf)
TTP LB	Technologietransfer-Programm Leichtbau
UBA	Umweltbundesamt
UIP	Umweltinnovationsprogramm
UMK	Umweltministerkonferenz
UN	United Nations (Vereinte Nationen)
UNEA	United Nations Environment Assembly (Umweltversammlung der Vereinten Nationen)

UNEP	United Nations Environment Programme (Umweltprogramm der Vereinten Nationen)
UNIDO	United Nations Industrial Development Organization (Organisation der Vereinten Nationen für industrielle Entwicklung)
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
VDI ZRE	VDI Zentrum Ressourceneffizienz
VMS	Vergabemanagementsystem
VN	Vereinte Nationen
WEA	Windenergieanlage
WEEE	Waste Electrical and Electronic Equipment (Richtlinie über Elektro- und Elektronik-Altgeräte)
WTO	World Trade Organization (Welthandelsorganisation)
WWF	World Wide Fund for Nature (Welt-Naturschutzorganisation)
ZVEI	Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie

Aktuelle und ausstehende Förderprogramme der Bundesregierung zur Kreislaufwirtschaft

Titel	Zuständiges Ressort
BMBF-Dachkonzept Batterieforschung	BMBF
Bundesprogramm Ökologischer Landbau (BÖL)	BMEL
CO_2 als nachhaltige Kohlenstoffquelle – Wege zur industriellen Nutzung (CO_2-WIN)	BMBF
Deutsche Bundesstiftung Umwelt	BMUV
DigiRess	BMUV
Digitalisierung in der Landwirtschaft	BMEL
Energieforschungsprogramm	BMWK
Energieforschungsprogramm	BMWK
ERA-MIN – Das ERA-NET zum Thema Rohstoffeffizienz und Kreislaufwirtschaf	BMBF
Fördermaßnahme Regionales Phosphor-Recycling (RePhoR)	BMBF
Fördermaßnahme Ressourceneffiziente Kreislaufwirtschaft - Urban Mining: Erschließung anthropogener Lager als Rohstoffquelle	BMBF
Fördermaßnahme Ressourceneffiziente Kreislaufwirtschaft - Zirkuläre nachhaltige Textilien	BMBF
Förderprogramm „Energie- und Ressourceneffizienz in der Wirtschaft (EEW)“	BMWK
Förderprogramm Industrielle Bioökonomie	BMWK
Förderwettbewerb Energie- und Ressourceneffizienz	BMWK
Forschung und Entwicklung an Batterietechnologien für technologisch souveräne, wettbewerbsfähige und nachhaltige Batteriewertschöpfungsketten	BMBF
Forschung und Entwicklung im Bereich der Elektromobilität	BMWK/BMUV
Gemeinschaftsaufgabe "Verbesserung der regionalen Wirtschaftsstruktur" (GRW)	BMWK
Green AI Hub	BMUV
KfW-Förderung im Bereich Energie und Umwelt	KfW
KfW-Umweltprogramm	KfW
KI-Anwendungshub Kunststoffverpackungen – nachhaltige Kreislaufwirtschaft durch Künstliche Intelligenz	BMBF
KI-Leuchttürme für Umwelt, Klima, Natur und Ressourcen	BMUV
Klimaschutzoffensive für Unternehmen, KfW	KfW
KMU Innovativ	BMBF
KMU Innovativ: Ressourcen und Kreislaufwirtschaft	BMBF
Nachhaltige Erneuerbare Ressourcen	BMEL

Nationale Klimaschutzinitiative (NKI) – Kommunale Klimaschutz-Modellprojekte	BMWK
Programm zur Innovationsförderung	BMEL
Regionale Kompetenzzentren der Arbeitsforschung - Kreislaufwirtschaft	BMBF
Ressourceneffiziente Kreislaufwirtschaft – Bauen und Mineralische Stoffkreisläufe (ReMin)	BMBF
Ressourceneffiziente Kreislaufwirtschaft – Kunststoffrecyclingtechnologien (KuRT)	BMBF
Technologietransfer-Programm Leichtbau (TTP LB)	BMWK
Umweltinnovationsprogramm (UIP)	BMUV
Verstetigung des Förderaufruf Ressourceneffizienz und Circular Economy aus dem 7. Energieforschungsprogramm	BMWK
Vom Material zur Innovation – Clusters Go Industry, KfW	BMBF
Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM)	BMWK

1 Der Begriff „Kreislaufwirtschaft“ wird in der NKWS im Sinne des EU-Aktionsplans für die Kreislaufwirtschaft verwendet und umfasst alle Phasen der Wertschöpfung – von der Produktgestaltung und Produktion bis hin zu Verbrauch, Reparatur, Abfallbewirtschaftung und sekundären Rohstoffen, die in die Wirtschaft zurückgeführt werden. Der Begriff Circular Economy ist synonym. In Deutschland gibt das Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG) eine rechtliche Definition: „Kreislaufwirtschaft im Sinne dieses Gesetzes sind die Vermeidung und Verwertung von Abfällen“, KrWG § 3 (19). Dieser engere Begriff ist im Konzept der NKWS miteingeschlossen, aber nur ein Teil des umfassenden Ansatzes.

2 VDI Zentrum Ressourceneffizienz (2022): Entwicklung einer standardisierten Vorgehensweise zur Ermittlung der eingesparten Treibhausgasemissionen aus Maßnahmen zur Materialeffizienz (ESTEM), https://www.ressource-deutschland.de/fileadmin/user_upload/2_Service/f_ESTEM/Abschlussbericht_ESTEM.pdf

3 Agora Industry (2022): Mobilising the circular economy for energy-intensive materials. How Europe can accelerate its transition to fossil-free, energy-efficient and independent industrial production, https://www.agora-industry.org/fileadmin/Projekte/2021/2021_02_EU_CEAP/A-EW_254_Mobilising-circular-economy_study_WEB.pdf

4 Laut Berechnungen von Agora Industrie und Systemiq (2023) in der Studie „Resilienter Klimaschutz durch eine zirkuläre Wirtschaft“, https://www.systemiq.earth/wp-content/uploads/2023/11/A-EW_309_Kreislaufwirtschaft_WEB.pdf, Abbildung S.15

5 Die Verhandlungen zur EU-Verpackungsverordnung sind abgeschlossen. Der Trilog-Einigung vom 4. März 2024 haben EP und AStV zugestimmt. Die VO wird voraussichtlich im Herbst 2024 von EP und Ministerrat final beschlossen.

6 Rezyklate aus Endverbraucherabfällen (PCR) sind von Rezyklaten aus Industrieabfällen (Post-Industrial-Rezyklaten, PIR) zu unterscheiden.

7 Particulate Matter (PM) Health Impacts.

8 Biodiversitätsverlust sowohl landnutzungsbedingt als auch durch Süßwassereutrophierung.

9 Statistisches Bundesamt (2023): Umweltökonomische Gesamtrechnungen. Gesamtwirtschaftliches Materialkonto - Berichtszeitraum 1994 – 2021, https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Umwelt/UGR/rohstoffe-materialfluesse-wasser/Publikationen/Downloads/statistischer-bericht-gesamtwirtschaftliches-materialkonto-5851315217005.xlsx

10 Erze, nicht-metallische Mineralien, fossile Energieträger und Biomasse.

11 UNEP International Resource Panel (2024): Global Resources Outlook 2024, https://www.resourcepanel.org/reports/global-resources-outlook-2024

12 UNEP International Resource Panel (2019): Global Resources Outlook 2019, https://www.resourcepanel.org/reports/global-resources-outlook

13 Eurostat (2024): Circular material use rate. Data code: cei_srm030, https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/cei_srm030/default/table

14 Abbildung 1 zeigt die direkten Materialflüsse Deutschlands im Jahr 2022. Auf der linken Seite sind die heimischen Extraktionen und Importe zu sehen, welche zusammen die Materialflüsse darstellen, die in einer Volkswirtschaft verarbeitet werden. Rechts sind die Verwendung bzw. der Verbleib der genutzten Materialien abgebildet: Exporte, Verluste durch zerstreute räumliche

Verteilung, Deponierung und Emissionen. Die stofflich genutzten Flüsse (Materialverwendung, Recycling, Verfüllung) werden sehr stark durch die nicht-metallischen Mineralien dominiert. Bei den Im- und Exporten dagegen spielen die nicht-metallischen Mineralien eine kleinere Rolle. Die Importe werden bei einer Betrachtung der reinen Massenflüsse von den fossilen Rohstoffen dominiert.

15 Umweltbundesamt (2026): Die Nutzung natürlicher Ressourcen. Bericht für Deutschland 2026. Ressourcenbericht für Deutschland 2026, in Vorbereitung.

16 Der Indikator Rohstoffeinsatz für Konsum und Investitionen (Raw Material Consumption, RMC), wird auch als Rohstofffußabdruck eines Landes bezeichnet und setzt sich zusammen aus der inländischen Rohstoffentnahme und den direkten und indirekten Importen umgerechnet in Rohstoffäquivalente abzüglich der Rohstoffäquivalente, die für die Herstellung exportierter Güter aufgewendet werden, https://www.umweltbundesamt.de/daten/umweltindikatoren/indikator-rohstoffkonsum#welche-bedeutung-hat-der-indikator

17 Dabei werden auch Rohstoffe in die Betrachtung einbezogen, die im In- und Ausland für die Herstellung der in Deutschland eingesetzten bzw. nachgefragten Güter benötigt wurden. Das Gewicht der zu ihrer Herstellung eingesetzten Rohstoffe spiegeln die „Rohstoffäquivalente“ wider, https://www.umweltbundesamt.de/bild/primaerrohstoffeinsatz-rmi

18 Statistisches Bundesamt (2023): Rohstoffäquivalente 2000-2021, https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Umwelt/UGR/rohstoffe-materialfluesse-wasser/Publikationen/Downloads/statistischer-bericht-rohstoffaequivalente-5853101217005.xlsx, Tabelle 85132-13

19 Der globale Mittelwert nach Berechnungen des Weltressourcenrats lag 2021 bei ca. 12,6 Tonnen pro Kopf, https://www.resourcepanel.org/global-material-flows-database

20 Durch das Wirtschaftswachstum in den Jahren 2010 bis 2021 um 40 Prozent (2020 war aufgrund der COVID-Pandemie ein Ausnahmejahr) bei leicht zunehmender RMC ist jedoch eine relative Entkopplung zu verzeichnen. Die konsumbasierten Umweltwirkungen Deutschlands haben bis 2019 jedoch um ca. 8 Prozent zugenommen, was eher für eine relative Entkopplung vom Wirtschaftswachstum spricht. Vorläufige Daten für 2021 zeigen jedoch eine leichte Abnahme der konsumbasierten Umweltwirkungen im Vergleich zu 2010.

21 Beim Consumption Footprint werden fünf Bereiche des Verbrauchs erfasst: Lebensmittel, Mobilität, Wohnen, Geräte und Gebrauchsgüter. Die Konsumintensitäten werden auf der Grundlage von Verbrauchsstatistiken berechnet. Umweltwirkungen basieren auf Ökobilanzierung. Es werden insgesamt 16 Umweltwirkungen wie z.B. Klimawandel, Feinstaubbelastung, Landnutzung etc. berücksichtigt. Der Indikator ist Teil des EU Monitoring Frameworks für eine Circular Economy sowie des 8. EU-Umweltaktionsplans.

22 Statistisches Bundesamt (2023): Rohstoffäquivalente 2000-2021, https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Umwelt/UGR/rohstoffe-materialfluesse-wasser/Publikationen/Downloads/statistischer-bericht-rohstoffaequivalente-5853101217005.xlsxhttps://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Umwelt/UGR/rohstoffe-materialfluesse-wasser/Publikationen/Downloads/statistischer-bericht-rohstoffaequivalente-5853101217005.xlsx, Tabellen 85132-10 (RMI) und 85132-12 (RMC)

23 European Commission Joint Research Centre (2021). Consumption Footprint Platform, https://eplca.jrc.ec.europa.eu/ConsumptionFootprintPlatform.htmlhttps://eplca.jrc.ec.europa.eu/ConsumptionFootprintPlatform.html, sowie Sanye-Mengual, E. und Sala, S. (2023). Für eine Diskussion zu Anpassungen für Deutschland, s. Nuss et al. (2023).

24 UNEP International Resource Panel (2024): Global Resources Outlook 2024, https://www.resourcepanel.org/reports/global-resources-outlook-2024

25 Umweltbundesamt (2022): Indikator: Treibhausgasemissionen, https://www.umweltbundesamt.de/en/data/environmental-indicators/indicator-greenhouse-gas-emissions#at-a-glance

26 Agora/Systemiq (2023): Resilienter Klimaschutz durch eine zirkuläre Wirtschaft Perspektiven und Potenziale für energieintensive Grundstoffindustrien, https://www.agora-industrie.de/fileadmin/Projekte/2022/2022-11_IND_Kreislaufwirtschaft/A-EW_309_Kreislaufwirtschaft_WEB.pdf

27 Agora Industry (2022): Mobilising the circular economy for energy-intensive materials. How Europe can accelerate its transition to fossil-free, energy-efficient and independent industrial production, https://www.agora-industry.org/fileadmin/Projekte/2021/2021_02_EU_CEAP/A-EW_254_Mobilising-circular-economy_study_WEB.pdf

28 Öko-Institut, Prognos, Institut für Energie - und Umweltforschung, IREES (2004): Klimaschutzpotenziale der Kreislaufwirtschaft, https://www.oeko.de//fileadmin/oekodoc/Abschlussbericht_Klimaschutzpotenziale-Kreislaufwirtschaft.pdf

29 Agora/Systemiq (2023): Resilienter Klimaschutz durch eine zirkuläre Wirtschaft Perspektiven und Potenziale für energieintensive Grundstoffindustrien, https://www.agora-industrie.de/fileadmin/Projekte/2022/2022-11_IND_Kreislaufwirtschaft/A-EW_309_Kreislaufwirtschaft_WEB.pdf

30 Vgl. Circular Economy Initiative Deutschland (2024): Circular Economy Roadmap für Deutschland, https://static1.squarespace.com/static/5b52037e4611a0606973bc79/t/61c1e6423a5240679dd86ab1/1640097378486/Circular+Economy+Roadmap+f%C3%BCr+Deutschland_DE_DOI.pdf

31 Agora Energiewende (2022): Mobilising the circular economy, https://static.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2021/2021_02_EU_CEAP/A-EW_255_Mobilising-circular-economy_exec-sum_WEB.pdf

32 Agora Industrie (2022): Mobilising the circular economy, https://static.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2021/2021_02_EU_CEAP/2022-03-25_Agora_Industry_Mobilising_the_circular_economy.pdf

33 Agora Industry (2022): Mobilising the circular economy for energy-intensive materials. How Europe can accelerate its transition to fossil-free, energy-efficient and independent industrial production, https://www.agora-industry.org/fileadmin/Projekte/2021/2021_02_EU_CEAP/A-EW_254_Mobilising-circular-economy_study_WEB.pdf

34 European Commission (2022): Critical Raw Materials Act, https://single-market-economy.ec.europa.eu/sectors/raw-materials/areas-specific-interest/critical-raw-materials/critical-raw-materials-act_en

35 European Commission (2020): Widerstandsfähigkeit der EU bei kritischen Rohstoffen: Einen Pfad hin zu größerer Sicherheit und Nachhaltigkeit abstecken, https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/HTML/?uri=CELEX:52020DC0474

36 Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (2023). Wege zu einer nachhaltigen und resilienten Rohstoffversorgung. Eckpunktepapier, https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/E/eckpunktepapier-nachhaltige-und-resiliente-rohstoffversorgung.pdf?__blob=publicationFile&v=4

37 Deutschen Rohstoffagentur (2023): Dialogplattform Recyclingrohstoffe. Im Dialog für eine sichere und nachhaltige Versorgung der deutschen Industrie mit Metallen und Industriemineralen aus Recyclingrohstoffen, https://www.recyclingrohstoffe-dialog.de/Recyclingrohstoffe/DE/Home/recyclingrohstoffe_node.html

38 Bundesverband der Deutschen Industrie (BDI) und Deloitte (2021): Zirkuläre Wirtschaft. Herausforderungen und Chancen für den Industriestandort Deutschland, https://issuu.com/bdi-berlin/docs/202106_studie_bdi_deloitte_zirkul_re_wirtschaft

39 McKinsey & Company (2023): Erfolgsfaktor Circular Economy: Mut zur 650 Milliarden Euro Chance. Handelsblatt, https://www.handelsblatt.com/adv/circular-economy/spark-webcast-erfolgsfaktor-circular-economy-mut-zur-650-milliarden-euro-chance/29431856.html

40 International Resource Panel (2014): Managing and Conserving the Natural Resource Base for Sustained Economic and Social Development, https://www.resourcepanel.org/reports/managing-and-conserving-natural-resource-base-sustained-economic-and-social-development

41 Statistisches Bundesamt (2023): Rohstoffäquivalente 2000-2021, https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Umwelt/UGR/rohstoffe-materialfluesse-asser/Publikationen/Downloads/statistischer-bericht-rohstoffaequivalente-5853101217005.xlsx, Tabelle 85132-13., Tabelle 85132-13

42 Umweltbundesamt (2019): Wege in eine ressourcenschonende Treibhausgasneutralität – RESCUE: Langfassung, https://www.umweltbundesamt.de/rescue

43 WWF Deutschland (2023): Modell Deutschland Circular Economy. Modellierung und Folgenabschätzung einer Circular Economy in 9 Sektoren in Deutschland, https://www.wwf.de/fileadmin/fm-wwf/Publikationen-PDF/Unternehmen/WWF-Modell-Deutschland-Circular-Economy-Modellierung.pdf?_gl=1*juz3kj*_up*MQ..&gclid=EAIaIQobChMI86S8u4_ThgMVhRCiAx16IgaaEAAYASAAEgJnr_D_Bw E

44 Die Zirkularitätsrate misst den Anteil des wiedergewonnenen und in die Wirtschaft zurück geführten Materials am gesamten Materialverbrauch. Die CMUR-Quote ist definiert als das Verhältnis zwischen der Kreislaufnutzung von Materialien und der gesamten Materialnutzung. Der Anteil wird in Prozent angegeben.

45 Der DIERec bildet ab, in welchem Umfang Primärrohstoffe unter Annahme gleicher Produktionsmuster und Technologien global gewonnen werden müssten, wenn keine Verwertung von Sekundärrohstoffen in Deutschland erfolgen würde. So ist er ein Maß für die Selbstversorgung mit Rohstoffen unter Berücksichtigung der globalen Rohstoffverflechtung Deutschlands und der erzielten Ressourcenschonungseffekte. Der Indikator betrachtet besonders die Qualität der Recycling-Prozesse und die tatsächlichen Einsatzweisen: Abfälle

sollen so aufbereitet werden, dass sie in der Industrie tatsächlich auch stoffgleiche Primärrohstoffe ersetzen können.

46 Statistisches Bundesamt (2020): Abfallbilanz, https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Umwelt/Abfallwirtschaft/Publikationen/Downloads-Abfallwirtschaft/abfallbilanz-pdf-5321001.pdf?__blob=publicationFile

47 Die Verhandlungen zur EU-Verpackungsverordnung sind abgeschlossen. Der Trilog-Einigung vom 4. März 2024 haben EP und AStV zugestimmt. Die VO wird voraussichtlich im Herbst 2024 von EP und Ministerrat final beschlossen.

48 In den Sektoren Rückgewinnung, Reparatur und Wiederverwendung sowie im Vermietungs- und Verpachtungssektor.

49 European Commission (2023): Ecodesign for Sustainable Products Regulation, https://commission.europa.eu/energy-climate-change-environment/standards-tools-and-labels/products-labelling-rules-and-requirements/sustainable-products/ecodesign-sustainable-products-regulation_en

50 Nationales Programm für nachhaltigen Konsum, Weiterentwicklung 2021, https://www.bundesregierung.de/breg-de/schwerpunkte-der-bundesregierung/nachhaltigkeitspolitik/sts-ausschuss-nachhaltigkeit-418846

51 Statistisches Bundesamt (2024): DNS-Indikatoren, http://dns-indikatoren.de/12-1-b/http://dns-indikatoren.de/12-1-b/

52 European Commission (2023): Ecodesign for Sustainable Products Regulation, https://commission.europa.eu/energy-climate-change-environment/standards-tools-and-labels/products-labelling-rules-and-requirements/sustainable-products/ecodesign-sustainable-products-regulation_en

53 DIN, DKE, VDI (Hrsg.), (2023): Deutsche Normungsroadmap Circular Economy, https://www.din.de/de/forschung-und-innovation/themen/circular-economy/normungsroadmap-circular-economy

54 Circa 85 Prozent aller Normungsvorhaben sind europäischen bzw. internationalen Ursprungs und da europäische Normen verpflichtend ins nationale Normenwerk übernommen werden müssen, schafft die europäische Normung grundlegende Voraussetzung zur Verwirklichung eines zirkulären, europäischen Binnenmarktes.

55 European Commission (2020): Circular economy action plan – For a cleaner and more competitive Europe, Publications Office of the European Union, https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/45cc30f6-cd57-11ea-adf7-01aa75ed71a1/language-en/format-PDF/source-170854112

56 Statistisches Bundesamt (2024): Gesamtaufkommen aus umweltbezogenen Steuern, https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Umwelt/UGR/steuern-weitere-abgaben/Tabellen/gesamtaufkommen-steuern.html

57 Umweltbundesamt (2023): Umweltbezogene Steuern und Gebühren, https://www.umweltbundesamt.de/daten/umwelt-wirtschaft/umweltbezogene-steuern-gebuehren#wirkung-umweltbezogener-steuern

58 Umweltbundesamt (2021): Innovationen für die Circular Economy – Aktueller Stand und Perspektiven, https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/innovationen-fuer-die-circular-economy-aktueller

59 Bundesministerium der Finanzen (BMF). (2021). Deutsche Sustainable Finance Strategie. Mai 2021, https://www.bundesfinanzministerium.de/Content/DE/Downloads/Broschueren_Bestellservice/deutsche-sustainable-finance-strategie.pdf?__blob=publicationFile&v=6

60 Eurostat (2023): Indikatoren der Kreislaufwirtschaft. Private Investitionen und Bruttowertschöpfung im Zusammenhang mit Sektoren der Kreislaufwirtschaft, https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/cei_cie012/default/table?lang=en

61 Bundesministerium der Finanzen (2021): Deutsche Sustainable Finance-Strategie, https://www.bundesfinanzministerium.de/Content/DE/Downloads/Broschueren_Bestellservice/deutsche-sustainable-finance-strategie.pdf?__blob=publicationFile&v=6

62 Tollvier et Al. (2019): Green bonds for the Paris agreement and sustainable development goals. DOI 10.1088/1748-9326/ab1118

63 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (2021): Die Nationale Kreislaufwirtschaftsstrategie (NKWS). Grundlagen für einen Prozess zur Transformation hin zu einer zirkulären Wirtschaft, https://www.bmuv.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Abfallwirtschaft/nkws_grundlagen_bf.pdf

64 Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) (2024): Aufruf zur Interessensbekundung für Modellregionen: „Circular Rural Regions“ – Regionale Kreislaufwirtschaft im ländlichen Raum, https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/forschung/aufrufe/aktuelle-meldungen/kreislaufwirtschaft-circular-rural-regions.html

65 Joint Initiative on Circular Economy (2019): https://circular-cities-and-regions.ec.europa.eu/support-materials/funding-and-financing/joint-initiative-circular-economy-jice

66 Deutscher Bundestag, PE 6: Fachbereich Europa (2018): Hebelung der Kapitalausstattung des Europäischen Fonds für Strategische Investitionen (EFSI) Vereinbarkeit mit europäischem Primärrecht, https://www.bundestag.de/resource/blob/553380/dd4adbeb70d7c0d476c3a313ef24da06/PE-6-032-18-pdf-data.pdf?enodia=eyJleHAiOjE3MDY3MDE1ODIsImNvbnRlbnQiOnRydWUsImF1ZCI6ImF1dGgiLCJIb3N0Ijoid3d3LmJ1bmRlc3RhZy5kZSIsIlNvdXJjZUlQIjoiNDYuMTgzLjEwMy44IiwiQ29uZmlnSUQiOiI4ZGFkY2UxMjVmZDJjMzkzMmI5NDNiNTJlOWQyY2Q2NTA1NzU0ZTE2MjIxMmEyY2UxYmI1YWYxNWMwZDRiYmZlIn0=.R0DFvE7zk-aiZv8cH9Rm_usur4VEtutFNwkjuuUXFB0=

67 Deutsche Sustainable Finance Strategie (2021), siehe Maßnahme 3 "Sustainable Finance in der Entwicklungszusammenarbeit stärken" https://www.bundesfinanzministerium.de/Content/DE/Downloads/Broschueren_Bestellservice/deutsche-sustainable-finance-strategie.pdf?__blob=publicationFile&v=6

68 European Commission (2020): Circular economy action plan, https://environment.ec.europa.eu/strategy/circular-economy-action-plan_en

69 European Commission (2023): Delegierte Verordnung der Kommission zur Ergänzung der Verordnung (EU) 2020/852. Dokument C(2023)3851, https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=PI_COM:C(2023)3851

70 Unter die Taxonomiekriterien fallen nicht nur anerkannte SVHC, sondern auch Stoffe, die die SVHC-Einstufungskriterien erfüllen.

71 Kaskade meint mehrere stoffliche Nutzungen mit einer abschließenden energetischen Verwertung oder einer Kompostierung.

72 Dazu zählen Ernterückstände, Rückstände aus der Viehhaltung oder in der Waldwirtschaft, biogene Neben- und Reststoffe, die bei der Weiterverarbeitung der land- und forstwirtschaftlichen Produkte, der Distribution und im Handel sowie während oder nach Nutzung und Gebrauch anfallen. Dazu kommt Biomasse, die bei der Pflege von Grünflächen wie Gärten und Parks, Pflege des Straßenbegleitgrüns, auf Flächen des Biotop- und Artenschutzes oder auch im Rahmen der Erhaltung der Kulturlandschaft anfallen und als Rohstoff genutzt werden.

73 International Resource Panel (2024): Global Resource Outlook 2024. Bend the trend. Pathways to a liveable planet as resource use spikes, S. 18

74 BDI und Roland Berger (2024), Innovationsindikator 2024, https://www.rolandberger.com/de/Insights/Publications/Innovationsindikator-2024.html

75 Statistisches Bundesamt (2020): Abfallbilanz, https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Umwelt/Abfallwirtschaft/Publikationen/Downloads-Abfallwirtschaft/abfallbilanz-pdf-5321001.pdf?__blob=publicationFile

76 UN Sustainable Development Goal 12.3 sieht vor „bis 2030 die weltweite Nahrungsmittelverschwendung pro Kopf auf Einzelhandels- und Verbraucherebene halbieren und die entlang der Produktions- und Lieferkette entstehenden Nahrungsmittelverluste einschließlich Nachernteverlusten verringern“.

77 Die Verhandlungen zur EU-Verpackungsverordnung sind abgeschlossen. Der Trilog-Einigung vom 4. März 2024 haben EP und AStV zugestimmt. Die VO wird voraussichtlich im Herbst 2024 von EP und Ministerrat final beschlossen.

78 European Chemicals Agency (ECHA) (2024): Datenbank zu Substances of Concern in Products, https://echa.europa.eu/de/scip-database

79 Dieses Kapitel behandelt den Beitrag digitaler Lösungen für die Realisierung einer Circular Economy. Die Ressourcenverbräuche der dafür erforderlichen Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) sind ein eigenes Handlungsfeld und werden im Kapitel 4.5 adressiert.

80 Nobis, Claudia; Kuhnimhof, Tobias (2018): Mobilität in Deutschland - MiD. Ergebnisbericht. infas Institut für angewandte Sozialwissenschaft GmbH; Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) e. V.; IVT Research GmbH (Hrsg.)

81 Umweltbundesamt (2017, aktualisiert 2024): „Verkehrsinfrastruktur und Fahrzeugbestand“; letzte Abbildung https://www.umweltbundesamt.de/daten/verkehr/verkehrsinfrastruktur-fahrzeugbestand#lange-der-verkehrswege

82 Verband der Automobilindustrie VDA (2022): Zukunft der automobilen Kreislaufwirtschaft. Klimaneutrale Mobilität bis spätestens 2050. Verband der Automobilindustrie (Hrsg.)

83 European Commission (2023): Vorschlag für eine Verordnung über Anforderungen an die kreislauforientierte Konstruktion von Fahrzeugen und über die Entsorgung von Altfahrzeugen, zur Änderung der Verordnungen (EU) 2018/858 und (EU) 2019/1020 und zur Aufhebung der Richtlinien 2000/53/EG und 2005/64/EG, https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/HTML/?uri=CELEX:52023PC0451

84 Ressourcenkommission am Umweltbundesamt (KRU) (2023): Chancen und Grenzen des Recyclings im Kontext der Circular Economy. Rahmenbedingungen, Anforderungen und Handlungsempfehlungen, https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2023_uba_kom_ressourcen_bf.pdf

85 European Commission (2022): Critical Raw Materials Act, https://single-market-economy.ec.europa.eu/sectors/raw-materials/areas-specific-interest/critical-raw-materials_en

86 Vgl. IRENA and IEA-PVPS (2016): End-of-Life Management: Solar Photovoltaic Panels, https://www.irena.org/publications/2016/Jun/End-of-life-management-Solar-Photovoltaic-Panelshttps://www.irena.org/publications/2016/Jun/End-of-life-management-Solar-Photovoltaic-Panels, Seite 34, Tabelle 6

87 Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union (2012): Directive 2012/19/EU of the European Parliament and of the Council of 4 July 2012 on waste electrical and electronic equipment (WEEE)

88 Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union (2014): Verordnung (EU) Nr. 517/2014 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. April 2014 über fluorierte Treibhausgase

89 Umweltbundesamt (2022): Entwicklung von Rückbau- und Recyclingstandards für Rotorblätter, https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/texte_92-2022_entwicklung_von_rueckbau-_und_recyclingstandards_fuer_rotorblaetter_0.pdf, S. 309

90 Umweltbundesamt (2022): Entwicklung von Rückbau- und Recyclingstandards für Rotorblätter, https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/texte_92-2022_entwicklung_von_rueckbau-_und_recyclingstandards_fuer_rotorblaetter_0.pdf, S. 328

91 Umweltbundesamt (2019): Entwicklung eines Konzepts und Maßnahmen für einen ressourcensichernden Rückbau von Windenergieanlagen, https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2019_10_09_texte_117-2019_uba_weacycle_mit_summary_and_abstract_170719_final_v4_pdfua_0.pdf, S.66

92 Deutsche Umwelthilfe (2021): Kreislaufwirtschaft in der Solarbranche stärken, https://www.duh.de/fileadmin/user_upload/download/Pressemitteilungen/Kreislaufwirtschaft/210310_Wei%C3%9Fbuch_Kreislaufwirtschaft_Solarmodule_st%C3%A4rken_DEU_FINAL.pdf

93 Verordnung über Anforderungen an die Behandlung von Elektro- und Elektronik-Altgeräten, https://www.gesetze-im-internet.de/eag-behandv/

94 Rethink Rotor (2024): Offshore and onshore projects, http://rethinkrotor.tech/.

95 Die für Elektrogeräte erforderliche Registrierung bei der stiftung elektro-altgeräte-register (stiftung ear) ist eine gesetzlich vorgeschriebene, aktiv zu beantragende Genehmigung. Ohne diese Genehmigung dürfen Elektrogeräte nicht in Verkehr gebracht werden;

https://www.stiftung-ear.de/de/themen/elektrog/hersteller-bv/registrierunghttps://www.stiftung-ear.de/de/themen/elektrog/hersteller-bv/registrierung

96 Arbeitsgruppe der Internationalen Energieagentur (IEA) „Solar Heating and Cooling“ (SHC), https://task71.iea-shc.org/

97 Arbeitsgruppe der Internationalen Energieagentur (IEA) „Heat Pumping Technologies“ (HPT), https://heatpumpingtechnologies.org/

98 Heating as a Service“ (HaaS) ist ein Geschäftsmodell, bei dem Dienstleister und nicht die Endnutzer die bspw. Wärmepumpe der Nutzer besitzen und betreiben. Die Anbieter erheben Gebühren für die von ihnen angebotene Dienstleistungen, https://www.irena.org/Innovation-landscape-for-smart-electrification/Power-to-heat-and-cooling/30-Heating-and-cooling-as-a-service

99 UBA TEXTE 31/2022, https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/evaluation-der-erfassung-verwertung-ausgewaehlter

100 Statista (2023): Konsumausgaben der privaten Haushalte in Deutschland für Bekleidung und Schuhe in den Jahren 1991 bis 2023, https://de.statista.com/statistik/daten/studie/161570/umfrage/konsumausgaben-privater-haushalte-in-deutschland-fuer-bekleidung-zeitreihe/

101 UBA (2022), TEXTE 10/2022, https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/erweiterte-integration-sozialer-aspekte-im-0

102 UBA (2022): TEXTE 10/2022, https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/erweiterte-integration-sozialer-aspekte-im-0

103 Bundesverband Baustoffe–Steine und Erden e.V. (2023): Mineralische Bauabfälle Monitoring 2020. Bericht zum Aufkommen und zum Verbleib mineralischer Bauabfälle im Jahr 2020, https://kreislaufwirtschaft-bau.de/Download/Bericht-13.pdf

104 Ebenda

105 Es bietet sich an, Synergien mit den Datenbanken gemäß Art. 22 EPBD und dem gemäß Art. 6 der EU-Energieeffizienzrichtlinie vorgeschriebenen Inventar zu nutzen.

106 Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung, Forschungsprojekt zur Anwendbarkeit von Indikatoren für den Kumulierten Rohstoffaufwand im BNB und QNG, siehe https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/forschung/programme/zb/Auftragsforschung/2Nachhaltiges BauenBauqualitaet/2021/indikator-kumulierter-rohstoffaufwand/01-start.html

107 Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (2021): Deutschland – Rohstoffsituation 2020. https://www.bgr.bund.de/DE/Themen/Min_rohstoffe/Downloads/rohsit-2020.pdf?__blob=publicationFile&v=4

108 Nach der EU-Verordnung benennt jeder Mitgliedstaat eine Kontaktstelle, die zum Thema Schiffsrecycling informiert und beratend tätig ist. Die Kontaktstelle in Deutschland ist das Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH).

109 Europäischer Rat (2023): Verordnung 2023/1542, https://eur-lex.europa.eu/legal-content/de/TXT/?uri=CELEX:32023R1542

110 Innovationsnetzwerk ShipRec https://www.shiprec.eu/

111 Die Angabe umfasst den Einsatz fossiler und biobasierter Rohstoffe, von Sekundärrohstoffen und Nebenprodukten und beinhaltet auch 8 Millionen Tonnen Kunststoffe für Lacke, Farben, Kleber oder Fasern, Conversio (2022): Stoffstrombild Kunststoffe in Deutschland 2021: Zahlen und Fakten zum Lebensweg von Kunststoffen, https://www.bvse.de/dateien2020/2-PDF/01-Nachrichten/03-Kunststoff/2022/Kurzfassung_Stoffstrombild_2021_13102022_1_.pdf

112 Conversio (2022): Stoffstrombild Kunststoffe in Deutschland 2021: Zahlen und Fakten zum Lebensweg von Kunststoffen, https://www.bvse.de/dateien2020/2-PDF/01-Nachrichten/03-Kunststoff/2022/Kurzfassung_Stoffstrombild_2021_13102022_1_.pdf

113 Behr, A. & Seidensticker, T. (2018). Kunststoffe aus der Natur: Biopolymere. Einführung in die Chemie nachwachsender Rohstoffe: Vorkommen, Konversion, Verwendung, 317-335

114 Conversio (2022): Stoffstrombild Kunststoffe in Deutschland 2021: Zahlen und Fakten zum Lebensweg von Kunststoffen, https://www.bvse.de/dateien2020/2-PDF/01-Nachrichten/03-Kunststoff/2022/Kurzfassung_Stoffstrombild_2021_13102022_1_.pdf

115 Ebenda

116 Ebenda

117 Systemiq (2023): Breaking the Plastic Wave, https://www.systemiq.earth/breakingtheplasticwave/

118 z.B. REACH-Mikroplastik-Beschränkung für absichtlich zugesetzte Partikel, Anforderungen an Abriebfestigkeit von Reifen in der EURO 7, KOM-Vorschlag einer Pellet-Mikroplastik-VO

119 z.B. REACH-Mikroplastik-Beschränkung für absichtlich zugesetzte Partikel, Anforderungen an Abriebfestigkeit von Reifen in der EURO 7, KOM-Vorschlag einer Pellet-Mikroplastik-VO

120 Vgl. Verein Deutscher Ingenieure e.V. (VDI) (2022): Circular Economy für Kunststoffe neu denken. Wie die Transformation zur zirkulären Wertschöpfung gelingen kann, https://www.vdi.de/fileadmin/pages/mein_vdi/redakteure/publikationen/VDI-White-Paper-Circular-Economy-fuer-Kunststoffe-neu-denken.pdf

121 Diese waren 2021 PE, PP, PET, PVC und PS, vgl. Lindner, C., Schmitt, J., Fischer, E. und Hein, J. (2022), Conversio (2022): Stoffstrombild Kunststoffe in Deutschland 2021: Zahlen und Fakten zum Lebensweg von Kunststoffen, https://www.bvse.de/dateien2020/2-PDF/01-Nachrichten/03-Kunststoff/2022/Kurzfassung_Stoffstrombild_2021_13102022_1_.pdf

122 Vgl. Verein Deutscher Ingenieure e.V. (VDI) (2022): Circular Economy für Kunststoffe neu denken. Wie die Transformation zur zirkulären Wertschöpfung gelingen kann, https://www.vdi.de/fileadmin/pages/mein_vdi/redakteure/publikationen/VDI-White-Paper-Circular-Economy-fuer-Kunststoffe-neu-denken.pdf

123 Diese waren 2021 PE, PP, PET, PVC und PS, vgl. Lindner, C., Schmitt, J., Fischer, E. und Hein, J. (2022), Conversio (2022): Stoffstrombild Kunststoffe in Deutschland 2021: Zahlen und Fakten zum Lebensweg von Kunststoffen, https://www.bvse.de/dateien2020/2-PDF/01-Nachrichten/03-Kunststoff/2022/Kurzfassung_Stoffstrombild_2021_13102022_1_.pdf

124 Die spezifischen Beschaffungsanforderungen an Bauaufträge werden im Handlungsfeld Bau- und Gebäudebereich behandelt.

125 Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) (Hrsg.) (2023): Vergabestatistik, Bericht für das zweite Halbjahr 2021, Kapitel 6 „Berücksichtigung von Nachhaltigkeitskriterien in der öffentlichen Auftragsvergabe“,

https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Wirtschaft/bmwk-vergabestatistik-zweites-halbjahr-2021.pdf?__blob=publicationFile&v=6

126 Vgl. Definitionsansatz der EU-Kommission (2017): Public Procurement for a Circular Economy. Good practice and guidance, https://circulareconomy.europa.eu/platform/sites/default/files/knowledge_-_public_procurement_circular_economy_brochure.pdf, S. 5

127 Dabei sind konkrete gesetzliche Regelungen verpflichtend zu berücksichtigen, u.a. sind dies § 13 Bundes-Klimaschutzgesetz, § 45 Kreislaufwirtschaftsgesetz, die AVV- Klima und der Gemeinsame Erlass zur Beschaffung von Holzprodukten (Holzerlass).

128 Der Indikator wird federführend vom BMUV entwickelt.

129 Seitens des Bundes werden – unter Berücksichtigung vorhandener Werkzeuge – Umsetzungskonzepte erstellt, geeignete Varianten ausgewählt, Prototypen entwickelt, evaluiert und entsprechend zur Nutzung ausgerollt und den Behörden zur Verfügung gestellt.

130 Die Federführung für diese Arbeitsgruppe liegt beim BMUV.

131 Voraussichtlich wird die Federführung der Umsetzung beim BMUV liegen.

132 G7 Alliance on Resource Efficiency: https://www.g7are.com

133 G7 Alliance on Resource Efficiency (2022): Berlin Roadmap on Resource Efficiency and Circular Economy, https://www.bmuv.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Europa___International/g7_berlin_roadmap_bf.pdf

134 G20 Resource Efficiency Dialogue: https://g20re.org

135 UNEP Intergovernmental Negotiating Committee on Plastic Pollution, https://www.unep.org/inc-plastic-pollution

136 High Ambition Coalition to End Plastic Pollution: End Plastic Pollution by 2040, https://hactoendplasticpollution.org/

137 Internationale Klimaschutzinitiative (IKI) (2023): IKI-Themencall 2023. Themenschwerpunkte, https://www.international-climate-initiative.com/fileadmin/iki/Dokumente/Calls/Themencall/2023/05a_TSP_Papiere_TC_23_DE.pdf

138 Internationale Klimaschutzinitiative (IKI) (2023): IKI-Themencall 2023. Themenschwerpunkte, https://www.international-climate-initiative.com/fileadmin/iki/Dokumente/Calls/Themencall/2023/05a_TSP_Papiere_TC_23_DE.pdf

139 Zukunft – Umwelt – Gesellschaft (ZUG): Exportinitiative Umweltschutz, https://www.exportinitiative-umweltschutz.de/

140 German Recycling Technologies and Waste Management Partnership e.V., https://www.retech-germany.net

Impressum

Herausgeber
Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV)
Arbeitsgruppe Öffentlichkeitsarbeit, Online-Kommunikation, Trends & Analysen · 11055 Berlin
E-Mail: buergerinfo@bmuv.bund.de · Internet: www.bmuv.de

Redaktion
BMUV, Referat T I 4 (Nationale Kreislaufwirtschaftsstrategie, Ressourceneffizienz)
Dr. Florian Kammerer, Thomas Kappe

Stand
Dezember 2024