Lizenziert für Dr. Susanne Kadner.
Die Inhalte sind urheberrechtlich geschützt.

Deutschland auf dem Weg zur Circular Economy

Stand und Perspektiven

Pathways towards a German Circular Economy

Status and perspectives

Dr. Susanne Kadner

Zusammenfassung

Die Circular Economy zielt darauf ab, Wirtschaftswachstum ohne den Anstieg negativer Umweltauswirkungen zu ermöglichen. Entsprechend wird auch auf politischer Ebene zunehmend erkannt, dass die Pariser Klimaziele nur mit dem Übergang zu einer Circular Economy zu erreichen sind. Für diesen Übergang stellen neben politischen und gesellschaftlichen Stakeholdern, Unternehmen aller Industriebereiche die wichtigsten Akteure dar. Als zentrale Elemente für die Umsetzung einer Circular Economy gelten demzufolge die Entwicklung neuer Geschäftsmodelle verbunden mit dem Aufbau neuartiger Management-Strukturen sowie wertschöpfungsketten-übergreifender Kollaborationen für den zukünftigen Umgang mit Materialien und Produkten. Im Rahmen der Circular Economy Initiative Deutschland wird anhand konkreter Anwendungsfälle untersucht, welche Weichenstellungen dafür notwendig sind.

Abstract

The concept of a circular economy aims at decoupling economic growth from the increase of negative environmental impacts. Hence, it is increasingly recognised by policy-makers, that reaching the Paris climate targets will only be achieved with the transition to a circular economy. Businesses, in addition to political and societal stakeholders, constitute the main actors to achieve this transition. Core elements for the implementation of a circular economy are therefore the development of new business models and the creation of new management structures as well as collaborations across the entire value-chain for dealing with materials and products in the future. Through the analysis of concrete use cases, the Circular Economy Initiative Germany aims at identifying the required changes and necessary strategic decisions to support this transition.

1. Der Weg in eine Circular Economy

1.1 Motivation für die Transformation

Der Launch der Circular Economy Initiative Deutschland am 29. Juli 2019 fiel genau auf den Earth Overshoot Day (Erdüberlastungstag)[1]. Ein Zufall, der die Herausforderung, vor der wir stehen, perfekt verdeutlicht. Denn geht die Nutzung unserer globalen natürlichen Ressourcen weiter wie bisher, bräuchten wir im Jahr 2050 zwei Erden. Deutschlands Erdüberlastungstag fiel 2019 bereits auf den 3. Mai – eine Weltbevölkerung mit unserem Lebensstandard bräuchte also drei Erden. Die Gründe dafür sind vielfältig: die Übernutzung von Acker- und Weideland, Fischgründen und Wald, die Versiegelung von Oberflächen, sowie Treibhausgasemissionen aus Energie, Verkehr, Landwirtschaft, Gebäuden und Industrie.

Die Projektionen des International Resource Panel und der OECD zeigen auf, dass sich bis zum Jahr 2060 der derzeitige weltweite Materialverbrauch verdoppeln könnte[2,3]. Und dies geschieht vor dem Hintergrund, dass bereits heute 90 % des Verlusts der Artenvielfalt sowie des Wasserstress durch die Rohstoffförderung und -verarbeitung verursacht werden.

Die Notwendigkeit für einen anderen Umgang mit unseren natürlichen Ressourcen ist also evident. Weg von einer linearen Wertschöpfung und den damit verbundenen Abfallmengen, hin zu einem Wirtschaftsmodell, in dem der Wert von Materialien und Produkten so lange und so hoch wie möglich erhalten bleibt. Damit geht konsequenterweise auch die Frage zu dem notwendigen Perspektivenwechsel einher: vom Fokus auf Abfall und dessen Verwertung hin zu einem verantwortungsvollen Management von Ressourcen.

Das Konzept der Circular Economy zielt darauf ab, genau diese systemische Betrachtung einzunehmen. Über eine Effizienzbetrachtung hinausgehend strebt die Circular Economy als Konsistenzstrategie eine naturverträgliche Gestaltung von Wirtschaftssystemen an. Durch die Umsetzung von Circular Economy Strategien und Maßnahmen soll Wirtschaftswachstum ohne den Anstieg negativer Umweltauswirkungen ermöglicht werden.[4]

Es wird zunehmend anerkannt, dass die Pariser Klimaziele nur mit dem Übergang zu einer Circular Economy zu erreichen sind. Beispielsweise deuten Ergeb-

Dr. Susanne Kadner
acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften

1 Earth Overshoot Day 2019, URL: https://www.overshootday.org/

2 International Resource Panel, 2019. Global Resources Outlook 2019: Natural Resources for the Future We Want

3 OECD, 2019. Global Material Resources Outlook to 2060: Economic Drivers and Environmental Consequences

4 International Resource Panel, 2018. Assessing Global Resource Use. A Systems Approach to Resource Efficiency and Pollution Reduction,

© Copyright Erich Schmidt Verlag GmbH & Co. KG, Berlin 2020 (http://www.muellundabfall.de) - 12.05.2020 14:59

Lizenziert für Dr. Susanne Kadner.
Die Inhalte sind urheberrechtlich geschützt.

nisse des International Resource Panel darauf hin, dass entsprechende Strategien in den G7-Ländern im Jahr 2050 die Treibhausgasemissionen von Gebäuden und Fahrzeugen um bis zu je 40 % senken könnten[5]. In einer anderen Studie zeigt Material Economics, dass die europäische Industrie in der Nutzung ihrer vier emissionsstärksten Materialien (Stahl, Plastik, Aluminium und Zement), im Jahr 2050 bis zu 60 % Treibhausgaseinsparungen verglichen zum „Business-as-Usual" Szenario erzielen kann, wenn Zirkularitäts-Maßnahmen wie Materialeffizienz, Wiederverwendung und Rohstoffrückgewinnung konsequent umgesetzt würden[6]. Konsequenterweise wurde die Transformation zu einer Circular Economy von der Europäischen Kommission als Priorität im Rahmen des European Green Deals für das Erreichen der europäischen Klimaziele erklärt.

Diese Erkenntnisse betonen, dass der Übergang zu einer Circular Economy kein Selbstzweck ist. Neben den möglichen positiven Umwelteffekten kann der schonende Umgang mit Ressourcen dazu beitragen, die Abhängigkeit von Rohstoffimporten und die Risiken der damit verbundenen Preisvolatilität zu senken. Dies wurde bereits im Deutschen Ressourceneffizienzprogramm der Bundesregierung im Jahr 2012 hervorgehoben und die Kreislaufwirtschaft gilt auch deshalb in der Nationalen Industriestrategie 2030 als Rahmenbedingung, um die deutsche Industrie und ihre Wettbewerbsfähigkeit zu stärken. Ebenso zielt die neue Nationale Rohstoffstrategie darauf ab, den Übergang zu einer ressourceneffizienten Kreislaufwirtschaft zu gestalten und die Kreislaufschließung von Industrieminералien und metallischen Rohstoffen voranzutreiben.

Demzufolge muss eine Circular Economy Strategie oder Roadmap im Kontext umfassender Ziele und Leitlinien der Bundesregierung gesehen werden:

- Deutsches Ressourceneffizienzprogramm
- Nationale Industriestrategie 2030
- Nationale Rohstoffstrategie
- Ziele des Pariser Klimaabkommens
- Klimaschutzplan 2050
- Klimaschutzprogramm 2030
- Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie
- Ziele der Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung (Sustainable Development Goals SDGs)

Die Notwendigkeit dieser thematischen Integration spiegelt sich beispielsweise auch in der Absicht der Bundesregierung wider, in der Fortschreibung des Deutschen Ressourceneffizienzprogramms den Beitrag von Ressourceneffizienz zur Erreichung der Klimaschutzziele stärker zu betonen.

Ergebnisse der acatech Vorstudie „Deutschland auf dem Weg zur Circular Economy – Erkenntnisse aus europäischen Strategien"[7] zeigen zudem, dass zur Umsetzung dieser thematischen Integration bei der Entwicklung von Circular Economy Strategien meist ressortübergreifend zusammengearbeitet wurde. Der Kollaborationsgedanke erscheint demzufolge zentral für die Transformation zu einem zirkulären Wirtschaftsmodell.

1.2 Collaboration is key ...

Die Umsetzung einer Circular Economy verlangt ein völlig neues Management von Materialien und Produkten und erfordert daher neue Arten der Kollaboration entlang der Wertschöpfungskette. Fanden bisherige Interaktionen meist nur zwischen den jeweiligen Lieferanten und Kunden statt, entwickeln sich für eine Circular Economy zunehmend Wertschöpfungsnetzwerke. Denn der Informationsbedarf und die Abhängigkeit von anderen Akteuren ist in einer Circular Economy viel höher. Beispielsweise erfordert ein profitables Remanufacuring die Modularisierung und Standardisierung im Design der Produkte. Upstream und downstream Akteure müssen also zusammenarbeiten. Des Weiteren ist der Informationsbedarf über das Produkt in einer Circular Economy viel höher. Um die richtige Art der Verwendung wählen zu können, sind Informationen über den Produktzustand und dessen Historie notwendig.

Zudem treten bei der Transformation zu einer Circular Economy zahlreiche Ziel- und Interessenskonflikte auf, auf die gemeinsam eine Antwort gefunden werden muss. Ein auf bessere Reparierbarkeit ausgerichtetes Produktdesign erfordert eine modulare Bauweise, die wiederum mit einem höheren Materialeinsatz verbunden sein kann. Der Energie- und Kostenaufwand einer Rückwärtslogistik muss immer im Kontext der daraus entstehenden Materialeinsparung gesehen werden. Das gleiche gilt für die Wahl des jeweiligen Recyclingpfades gegenüber dem Einsatz von Primärrohstoffen. Und schließlich kann der Informationsbedarf einzelner Akteure über den Lebenszyklus eines Produkts das Sammeln und Teilen von Daten erfordern, die das intellektuelle Eigentum der Hersteller betreffen oder mit einem hohen Energieaufwand einhergehen. Diese systemische Betrachtung unter Beteiligung aller relevanten Stakeholder ist daher zwingend notwendig, um die Potenziale einer Circular Economy heben sowie die Herausforderungen in der Umsetzung genau identifizieren zu können.

1.3 ... genauso wie die Frage von Besitz und Eigentum

Sharing- und Produkt als Dienstleistung-Modelle werden oft als Beispiele für neue zirkuläre Geschäftsmodelle genannt. Und tatsächlich ist die Frage von Besitz und Eigentum für die konsequente Umsetzung einer Circular Economy von wesentlicher Bedeutung[8]. Bisher bleibt die Verantwortung für Produkte am Ende ihres Lebenszyklus oft beim Verbraucher bzw. fehlen die Anreize für deren Rückführung. Geht ein Produkt kaputt, führen hohe Lohnkosten und vergleichsweise niedrige Rohstoffpreise[9] dazu, dass es für den Verbrau-

5 International Resource Panel, 2020. Resource efficiency and climate change. Gemeint sind THG-Emissionen, die mit Material und Energieverbrauch verbundenen sind.
6 Material Economics, 2018. The Circular Economy – A Powerful Force for Climate Mitigation.
7 acatech, 2019. URL: https://www.circular-economy-initiative.de/publikationen

8 Walter R. Stahel, 2019. The Circular Economy – A User's Guide.
9 Da die Preise von Primärrohstoffen die externen ökologischen oder sozialen Kosten nicht abbilden, die während Gewinnung, Verarbeitung und Produktion entstehen, und zudem häufig subventioniert werden, sind Aktivitäten für den Werterhalt von Produkten und Materialien wie die Wiederaufarbeitung, Reparatur oder Gewinnung von Sekundärrohstoffen ökonomisch oft nicht attraktiv.

© Copyright Erich Schmidt Verlag GmbH & Co. KG, Berlin 2020 (http://www.muellundabfall.de) - 12.05.2020 14:59

Lizenziert für Dr. Susanne Kadner.
Die Inhalte sind urheberrechtlich geschützt.

cher oft günstiger ist, dieses wegzuwerfen als es reparieren zu lassen. In einer Circular Economy, in der Hersteller die Verantwortung für ihre Produkte behalten, ändern sich die Anreize für deren Langlebigkeit und Reparaturfähigkeit völlig. Geschäftsmodelle, welche die Interaktion zwischen Herstellern und Kunden über den Zeitpunkt des Verkaufs hinaus verlängern bzw. einfach nur noch Nutzungsrechte verkaufen, sind daher zentrale Elemente für den Übergang zu einer Circular Economy: i) Reparatur-Dienstleistungen, ggf. verbunden mit Smart Maintenance Angeboten, die auf eine Verlängerung der Lebensdauer abzielen, ii) Sharing-Modelle, die die Nutzungsintensität erhöhen, und iii) Produkt als Dienstleistung-Modelle, die ein auf Langlebigkeit ausgerichtetes Produktdesign und effizientere Nutzungsmuster mit sich bringen. Darüber hinaus bleiben Geschäftsmodelle im Recycling-Bereich, die auf die Gewinnung hochwertiger und schadstoffarmer Sekundärrohstoffe abzielen, ein wichtiger komplementärer Baustein für eine funktionierende Circular Economy.

2. Von der Theorie in die Umsetzung – Circular Economy Initiative Deutschland

Die Circular Economy Initiative Deutschland (CEID) hat sich zum Ziel gesetzt, die für eine Umsetzung zentralen Fragestellungen zu zukünftigen Kooperationsformen, neuen Wertschöpfungs- und Geschäftsmodellen sowie den regulatorischen Rahmenbedingungen zu untersuchen. Entsprechend der acatech Vorstudie[10], die die Notwendigkeit einer breiten Stakeholder-Beteiligung unterstreicht, vereint die CEID in ihrem Mitgliederkreis Expertisen und Perspektiven aus Wissenschaft, Wirtschaft, Politik und zivilgesellschaftlichen Organisationen.

Übergeordnetes Ziel der Initiative ist die Entwicklung einer Roadmap, die darlegt, wie der Wandel Deutschlands hin zu einer Circular Economy gestaltet werden kann. Diese soll im Jahr 2021 an das Bundesministerium für Bildung und Forschung übergeben werden. Die Roadmap soll zum einen ein Zielbild für zirkulare Wertschöpfung enthalten, zum anderen begleitende steuernde Maßnahmen im Sinne der Circular Economy identifizieren.

Inhaltlich fokussiert die Initiative auf zwei Anwendungsfälle mit völlig unterschiedlichen Herausforderungen. Die Lithium-Ionen-Traktionsbatterie als hochwertiges Funktionssystem für Mobile Stromspeicher sowie auf HDPE-Flaschen und PET-Schalen als Beispiele

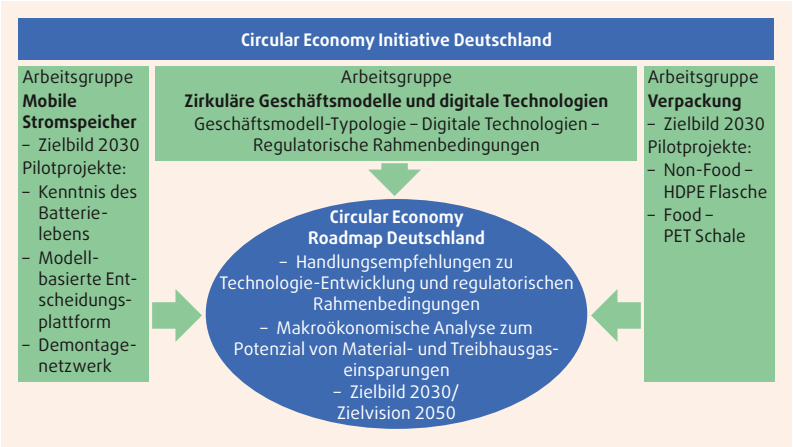


Abbildung 1
Die Circular Economy Initiative Deutschland verbindet konkrete Anwendungsfälle mit übergeordneten Themen.

für geringwertige Verpackungssysteme. Die Mitglieder der Arbeitsgruppen bilden den Großteil der jeweiligen Wertschöpfungskette ab, ergänzt um die fachliche Expertise aus Wissenschaft und themenspezifischen Plattformen und Netzwerken. Entsprechend diesem wertschöpfungskettenübergreifenden Grundverständnis vereint die Arbeitsgruppe „Mobile Stromspeicher" die Perspektiven mehrerer OEMs, Werkstoffhersteller, Systemdienstleister, Recyclingunternehmen und Software-Anbieter. Die Arbeitsgruppe „Verpackung" bündelt die Expertise von Kunststoffherstellern, Convertern, Markenartiklern, dem Handel und Recyclingunternehmen. Ziel der beiden Arbeitsgruppen ist die Definition von Pilotprojekten, die aufzeigen, welche Weichenstellungen für ein zirkuläres Material- und Produktmanagement entlang des gesamten Lebenszyklus notwendig sind.

Flankiert wird die Arbeit an den beiden Anwendungsfällen von der Arbeitsgruppe „Zirkuläre Geschäftsmodelle und digitale Technologien als Innovationstreiber". Im Rahmen dieser Arbeitsgruppe werden auf übergeordneter Ebene zirkuläre Geschäftsmodelle, das industrielle Ökosystem sowie die Rollen und Funktionen einzelner Akteure untersucht. Ergänzend analysieren die Expertinnen und Experten die Rolle digitaler Technologien als Treiber und Enabler für zirkuläre Geschäftsmodelle und diskutieren Barrieren und Anreize regulatorischer Rahmenbedingungen (Abbildung 1).

2.1 Arbeitsgruppe Mobile Stromspeicher – Beispiel für den Arbeitsansatz der CEID

Allein in Deutschland gehen Prognosen für das Jahr 2030 von einem dramatischen Zuwachs an Elektro-

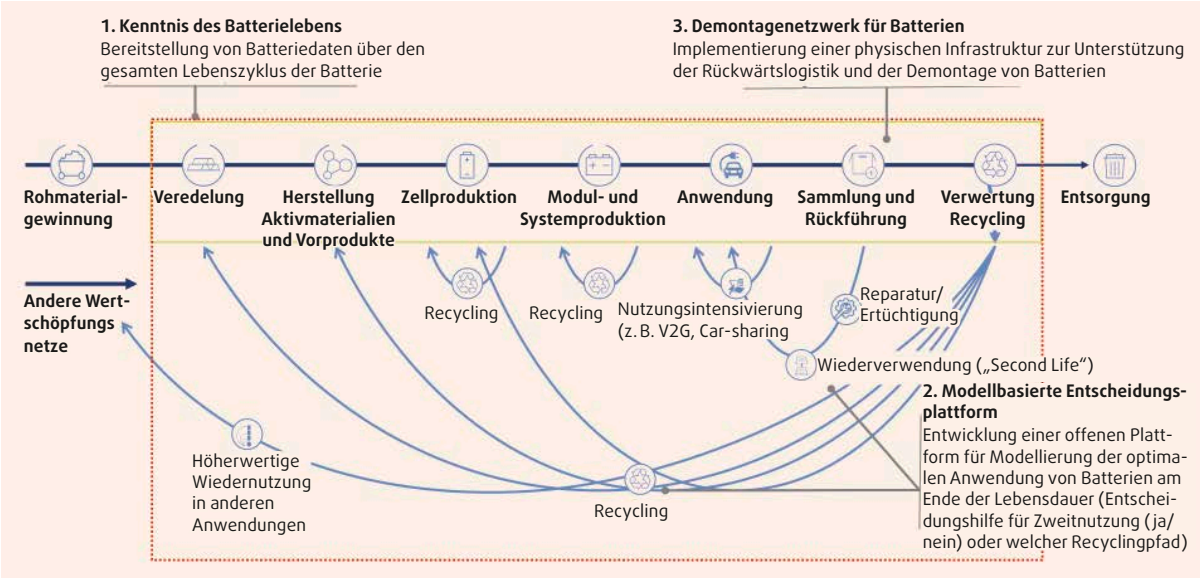
10 acatech, 2019. URL: https://www.circular-economy-initiative.de/publikationen

Sächsischer Kreislaufwirtschaftstag 2020
21. und 22. April 2020
30 Jahre Kreislaufwirtschaft in Sachsen
Tagungszentrum Deutsches Brennstoffinstitut Freiberg ✆ 03731 395040

© Copyright Erich Schmidt Verlag GmbH & Co. KG, Berlin 2020 (http://www.muellundabfall.de) - 12.05.2020 14:59

Lizenziert für Dr. Susanne Kadner.
Die Inhalte sind urheberrechtlich geschützt.

Abbildung 2
Die Pilotprojekte der Arbeitsgruppe „Mobile Stromspeicher" der Circular Economy Initiative Deutschland adressieren konkrete Fragestellungen zur Schließung von Stoffkreisläufen.



fahrzeugen aus, von derzeit ca. 80.000 (2019) registrierten Fahrzeugen[11] auf schätzungsweise 7–10,5 Millionen E-Pkw[12]. Weitere Berechnungen zeigen, dass durch diese global stattfindende Transformation des Verkehrssektors die Nachfrage nach Batterien für Elektrofahrzeuge bis zum Jahr 2030 16-fach steigen lassen könnte[13]. Gerade weil die Rohstoffgewinnung und Produktion von Traktionsbatterien mit hohen Umweltwirkungen verbunden ist[14], gilt es die Potenziale und Risiken einer zirkulären Batteriewertschöpfung zu analysieren und realistisch einander gegenüberzustellen.

Ziel der Arbeitsgruppe Mobile Stromspeicher ist, zu untersuchen, wie die Ressourcenproduktivität in der Batteriewertschöpfung maximiert und die Potentiale einer konsequenten Kreislaufführung entlang des Lebenszyklus der Lithium-Ionen-Traktionsbatterie gehoben werden können: von der Veredelung der gewonnen Rohmaterialien, über die Herstellung und Produktion der Aktivmaterialien, Batteriezellen und Systeme, über die Anwendungsphase bis hin zur Sammlung, Rückführung und (Wieder)-verwertung der Batterien.

Die geplanten Ergebnisse der Arbeitsgruppe beinhalten (1) die Schaffung einer gemeinsamen Definitionsgrundlage zirkulärer Batteriewertschöpfung aufbauend auf bestehenden Initiativen, (2) die Entwicklung eines gemeinsamen Zielbildes/-vision für die Zeithorizonte 2025/2030/2050 sowie die Identifikation möglicher Zielkonflikte entlang der Wertschöpfungskette und (3) die Bestimmung und Analyse konkreter Pilotprojekte, die einen signifikanten Beitrag zur Erreichung des Zielbildes leisten können. Die Arbeitsgruppe hat drei aufeinander aufbauende Pilotprojekte mit unterschiedlichen Schwerpunkten festgelegt. Pilotprojekt 1 („Kenntnis des Batterielebens") adressiert die Voraussetzungen für den Aufbau einer gemeinsamen Dateninfrastruktur entlang des gesamten Batterielebenszyklus. Somit soll eine effiziente Handhabung und Aufbereitung von Batterien in nachgelagerten Recycling- und Wiederverwendungsschritten sichergestellt werden. Aufbauend hierauf zielt Pilotprojekt 2 („Modellbasierte Entscheidungsplattform") darauf ab, Anforderungen an datengestützte Modellierungen auszuarbeiten, die es ermöglichen, volkswirtschaftliche Zielgrößen zu quantifizieren und betriebliche Entscheidungen quantitativ zu unterstützen. Pilotprojekt 3 („Demontagenetzwerk") befasst sich schließlich mit Fragen zum Aufbau einer industriellen Infrastruktur, welche die Demontage und Rückwärtslogistik von Altbatterien länderübergreifend ermöglicht Abbildung 2 umreißt den inhaltlichen Fokus der Arbeitsgruppe und skizziert das Zusammenspiel der angedachten Pilotprojekte im Wertschöpfungskreislauf.

Die Circular Economy Initiative Deutschland wird seit März 2019 von acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften in Kooperation mit SYSTEMIQ durchgeführt. Gefördert wird die Initiative vom Bundesministerium für Bildung und Forschung sowie von den teilnehmenden Unternehmen. Die Initiative möchte dazu beitragen, konkrete Aktivitäten in Forschung und Entwicklung aufzusetzen, um relevante Technologien, Geschäftsmodelle oder Materialien zu fördern oder in die Umsetzung zu bringen. Nähere Informationen rund um die Initiative sind online unter https://www.circular-economy-initiative.de/ verfügbar.

Der vorliegende Beitrag basiert auf der Veröffentlichung im Tagungsband zum 32. Kasseler Abfall- und Ressourcenforum 2020.

11 https://de.statista.com/statistik/daten/studie/265995/umfrage/anzahl-der-elektroautos-in-deutschland/
12 Nationale Plattform Zukunft der Mobilität, 2019. Zwischenbericht Arbeitsgruppe 1, Klimaschutz im Verkehr
13 Global Battery Alliance, 2019. A Vision for a Sustainable Battery Value Chain in 2030
14 Cerdas F, Titscher P, Bognar N, Schmuch R, Winter M, et al., 2018. Exploring the effect of increased energy density on the environmental impacts of traction batteries. Energies. 11(1).

Anschrift der Autorin

Dr. Susanne Kadner
acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften
Karolinenplatz 4, 80333 München

© Copyright Erich Schmidt Verlag GmbH & Co. KG, Berlin 2020 (http://www.muellundabfall.de) - 12.05.2020 14:59

Lizenziert für Dr. Susanne Kadner.
Die Inhalte sind urheberrechtlich geschützt.

... und nachhaltig verwertbar.

Vom Überblick zum Detail – kommentiert sind u. a.:

- Kreislaufwirtschaftsgesetz **KrWG**, zuletzt ausführlich §§ 39–41
- Anzeige- und Erlaubnisverordnung **AbfAEV**
- novellierte Abfallbeauftragtenverordnung **AbfBeauftrV**
- Altfahrzeugverordnung **AltfahrzeugV**
- novellierte Abfallverzeichnis-Verordnung **AVV**
- Deponieverordnung **DepV**
- novelliertes Elektro- und Elektronikgerätegesetz **ElektroG**
- novellierte Gewerbeabfallverordnung **GewAbfV**
- Nachweisverordnung **NachwV** und
- POP-Abfall-Überwachungs-Verordnung **POP-Abfall-ÜberwV**

Realitätsnah wird die Rechtslage aus zwei Perspektiven erläutert – dem Umweltrecht und dem Wirtschaftsordnungsrecht.

Online informieren und bestellen:
www.ESV.info/16536

Recht der Abfall- und Kreislaufwirtschaft des Bundes, der Länder und der Europäischen Union

Kommentierungen der Abfallrahmenrichtlinie, des KrWG und weiterer abfallrechtlicher Gesetze und Verordnungen

Herausgegeben seit der 2. Auflage von **Prof. Dr. jur. Heinrich Freiherr von Lersner**, **Dr. jur. Helge Wendenburg**, **Dr. jur. Olaf Kropp** und **Jörg Rüdiger**

Loseblattwerk, 11.168 Seiten in 6 Ordnern, inkl. Online-Zugang zu Teilen einer umfangreichen, ständig aktualisierten umweltrechtlichen Vorschriftendatenbank, ISBN 978-3-503-16536-0

ESV ERICH SCHMIDT VERLAG
Auf Wissen vertrauen

Bestellungen bitte an den Buchhandel oder:
Erich Schmidt Verlag GmbH & Co. KG
Tel. (030) 25 00 85-229 · **Fax** (030) 25 00 85-275 · **ESV@ESVmedien.de** · **www.ESV.info**

© Copyright Erich Schmidt Verlag GmbH & Co. KG, Berlin 2020 (http://www.muellundabfall.de) - 12.05.2020 14:59