



Whitepaper

Werte schaffen – mit Werten handeln

**Souveräne Wertschöpfungszyklen und
zirkuläres Wirtschaften gestalten**

Ein Beitrag der Fraunhofer-Gesellschaft zum
Sustainable Development Goal 12

Inhalt

Unsere Vision – unsere Prinzipien	4
Werte schaffen – mit Werten handeln	6
Das Konzept Souveräner Wertschöpfungszyklen – ein Paradigmenwechsel	8
Strategische Handlungsfelder	12
Umsetzung der Handlungsfelder im Fraunhofer-Cluster CCPE	14
Die nächsten Schritte: CIRCONOMY® Hubs	15
Quellen und weiterführende Literatur	16
Impressum	17

Eine gemeinsame Mission

Werte schaffen – mit Werten handeln

Die Wertschöpfung von morgen muss *nachhaltiger, intelligenter und zirkulärer* werden.

Unternehmen müssen diese Entwicklung aktiv und souverän gestalten können.



Ökonomische
Werte



Ökologische
Werte



Soziale
Werte

© Fraunhofer LBF

Unsere Vision – unsere Prinzipien

Die Wertschöpfung von morgen muss **nachhaltiger, intelligenter und zirkulärer** werden als alles, was wir heute kennen. Unternehmen und Konsument*innen verstehen diese komplexe Aufgabe als Chance und gestalten die Transformation aktiv mit: **Souveräne Wertschöpfungszyklen** ersetzen lineare Wertschöpfungsketten und führen zu »Nachhaltigem Konsum und nachhaltiger Produktion«, der Kernforderung des Sustainable Development Goal (SDG) 12 der Vereinten Nationen.

Unsere Prinzipien für Souveräne Wertschöpfungszyklen

Unter »Wert« in Wertschöpfungszyklen verstehen wir ökologische, soziale und ökonomische – nachhaltige – Werte gleichermaßen. Diese verändern sich unterschiedlich im Laufe eines Wertschöpfungszyklus. Ihre Summe muss am Nutzungsende jedoch positiv sein. Dazu orientieren sich Forschung und Entwicklung für und die Gestaltung von Wertschöpfungszyklen an fünf Prinzipien.

- 1. Nachhaltigkeit integrieren**
Nachhaltige Werte umfassen ökologische, soziale und ökonomische Werte gleichermaßen.
- 2. Wertschöpfungszyklen realisieren**
In Wertschöpfungszyklen werden Materialien und Produkte in Kreisläufen geführt. Dabei steigern sich ihre kumulierten nachhaltigen Werte beim Durchlaufen eines Kreislaufs und zu Beginn eines neuen Kreislaufs.
- 3. Souveränität erreichen**
Um nachhaltige Werte über den ganzen Kreislauf zu messen, benötigen Produzent*innen und Konsument*innen sichere und gesicherte, glaubwürdige und maßgeschneiderte Informationen zu Lieferketten, Produktionsbedingungen, Produkten und deren Wirkungen. Diese Informationen müssen durch sämtliche Agierende eines Kreislaufs geteilt werden. Dies erfordert neue Formen der Kooperation und digitalen Unterstützung.
- 4. Systemische Innovationen vorantreiben**
Systemische Innovationen sind die Grundlage Souveräner Wertschöpfungszyklen. Sie entstehen aus kreislaufumfassenden Strategien und orientieren sich an ökologischen, sozialen und ökonomischen Werten gleichermaßen.
- 5. Kompetenzen entwickeln**
Die Entwicklung von systemischen Innovationen erfordert vernetztes Wissen und Kompetenzen in sozialer, ökologischer, technischer, ökonomischer und regulatorischer Hinsicht.

Die bezahlbare, sichere Sozialstandards achtende und umweltverträgliche Versorgung mit Primärrohstoffen sowie mit daraus hergestellten Produkten stellt – trotz oder gerade wegen des technischen Fortschritts – eine große Herausforderung dar. Corona-Krise, Brexit, Handelsbarrieren und Zölle, Halbleitermangel und Energieträgerknappheit zeigen, dass vermeintlich verlässliche globale Lieferketten plötzlich nicht mehr funktionieren und davon abhängige Produktions- und Distributionssysteme schlecht oder gar nicht mehr versorgt werden – oder, dass immense End-of-Life-Abfallmengen produziert werden (z. B. Einmalmasken). Die Folgen sind global – und im Besonderen für Industrienationen – offensichtlich. Als Konsequenz wird derzeit diskutiert, wie traditionelles Wirtschaften in nachhaltiges Wirtschaften transformiert und wie Wertschöpfungsketten zu intelligenten Wertschöpfungszyklen gewandelt werden können.

Dabei geht es um Wertschöpfungsketten, die auf Mineralien, Metallerzen, Biomasse (als Lebens- und Futtermittel sowie als Industrierohstoff), fossilen Rohstoffen, Wasser, Luft und Boden sowie komplexen Funktionen von Ökosystemen basieren. Ressourcenverbrauch, Wirtschaften und Konsum müssen in Zukunft an Konsistenz-, Effizienz- und Suffizienzstrategien ausgerichtet werden. Dies hat die Weltgemeinschaft anerkannt, als sie sich im September 2015 zu den 17 globalen Nachhaltigkeitszielen (Sustainable Development Goals – SDGs) verpflichtet hat. Neben der Einhaltung von Menschenwürde und Rechtsstaatlichkeit, der Vermeidung von Armut, Hunger und Diskriminierung zielen SDGs darauf ab, wirtschaftliches Wachstum und Wohlstand von der steigenden Nutzung natürlicher Ressourcen und den daraus resultierenden Folgen für die Umwelt zu entkoppeln. SDG 12 »Nachhaltige/r Konsum und Produktion« und SDG 7 »Bezahlbare und saubere Energie« nehmen diese Herausforderung besonders in den Blick.

Zum nachhaltigen Management von Ressourcen ist das Konzept des »zirkulären Wirtschaftens« (Circular Economy – CE) international der entscheidende Beitrag. Ziel der Circular Economy ist es, die Rohstoffentnahme aus der Umwelt so zu steuern, dass die Quellen geschont und die zunehmenden Konsum- und Wohlstandsbedürfnisse dauerhaft befriedigt werden können. Dies soll gelingen, indem bewirtschaftete Materialien effizient verwendet und in anthropogenen Kreisläufen gehalten oder aus erneuerbaren Quellen gespeist werden. Dabei meint Circular Economy wesentlich mehr als der in Deutschland gebräuchliche Begriff der »Kreislaufwirtschaft«, der im Wesentlichen eine Evolution der Abfallwirtschaft darstellt. Circular Economy zielt auf Maßnahmen, die sich über den gesamten Lebenszyklus von Produkten erstrecken, damit die darin genutzten Ressourcen so lange wie möglich im Wirtschaftskreislauf mit nachhaltigem Wert verbleiben: Nachhaltige Produkte werden die Norm, die Position der Verbraucher*innen wird gestärkt, ressourcenintensive

Branchen werden zirkulärer und die Entstehung von Abfall wird vermieden, weil Produkte und Stoffströme in kleinen und großen Kreisläufen zirkulieren.

Auch wenn eine Circular Economy heute als Patentrezept gegen Rohstoffknappheit und gleichzeitig als Motor für Arbeitsplätze und Wohlstand in Europa und Deutschland gilt, nehmen de facto Rohstoffverbräuche und damit verbundene Umweltschäden zu. Oft fehlt in globalen Lieferketten die Transparenz, welche Rohstoffe, Zusatzstoffe, Halbzeuge oder Komponenten genutzt und welche Umwelt- sowie Arbeitsschutzstandards beachtet werden. Dies betrifft komplexe Nahrungsmittel genauso wie additivierte Kunststoffverpackungen, Baustoffe, Aluminiumfelgen oder Generatoren in Windenergieanlagen: Die Liste ist beliebig erweiterbar. Aktuell wird weltweit nur ein kleiner Teil des insgesamt verarbeiteten Materials im Kreis geführt (7 % weltweit, ca. 15 % in der EU). Menschen und Märkte erfordern eine Produktpolitik, die einen guten Lebensstandard bei geringerem Rohstoffbedarf ermöglicht. Produkte müssen von Anfang an kreislauffähig konzipiert, ihre Nutzungsphase optimiert und ihr hochwertiges und angepasstes Recycling Realität werden.

Für die Transformation hin zu einer Circular Economy wird Recycling allein nicht ausreichen, weil erstens der Materialverbrauch an fossilen, nicht zirkulären Energieträgern nach wie vor sehr groß ist (und wächst) und zweitens die global in langlebigen Produkten und Gebäuden gebundenen Materialbestände stetig und schnell ansteigen: Dieses Material kann erst zeitverzögert zurückgewonnen werden. Der Zugriff auf Materialbestände in anthropogenen Lagern erfordert zu jedem Zeitpunkt Informationen über den verbauten Materialmix, die Materialmengen sowie den Zustand der Materialien. Die Erfüllung von SDG 12 erfordert effiziente Prozesse, intelligente Produkte, digitales Management sowie Erfahrung, Wissen und Engagement – oder kurz: Souveräne Wertschöpfungszyklen in Produktion und Konsum.



Souveräne Wertschöpfungszyklen in Produktion und Konsum.

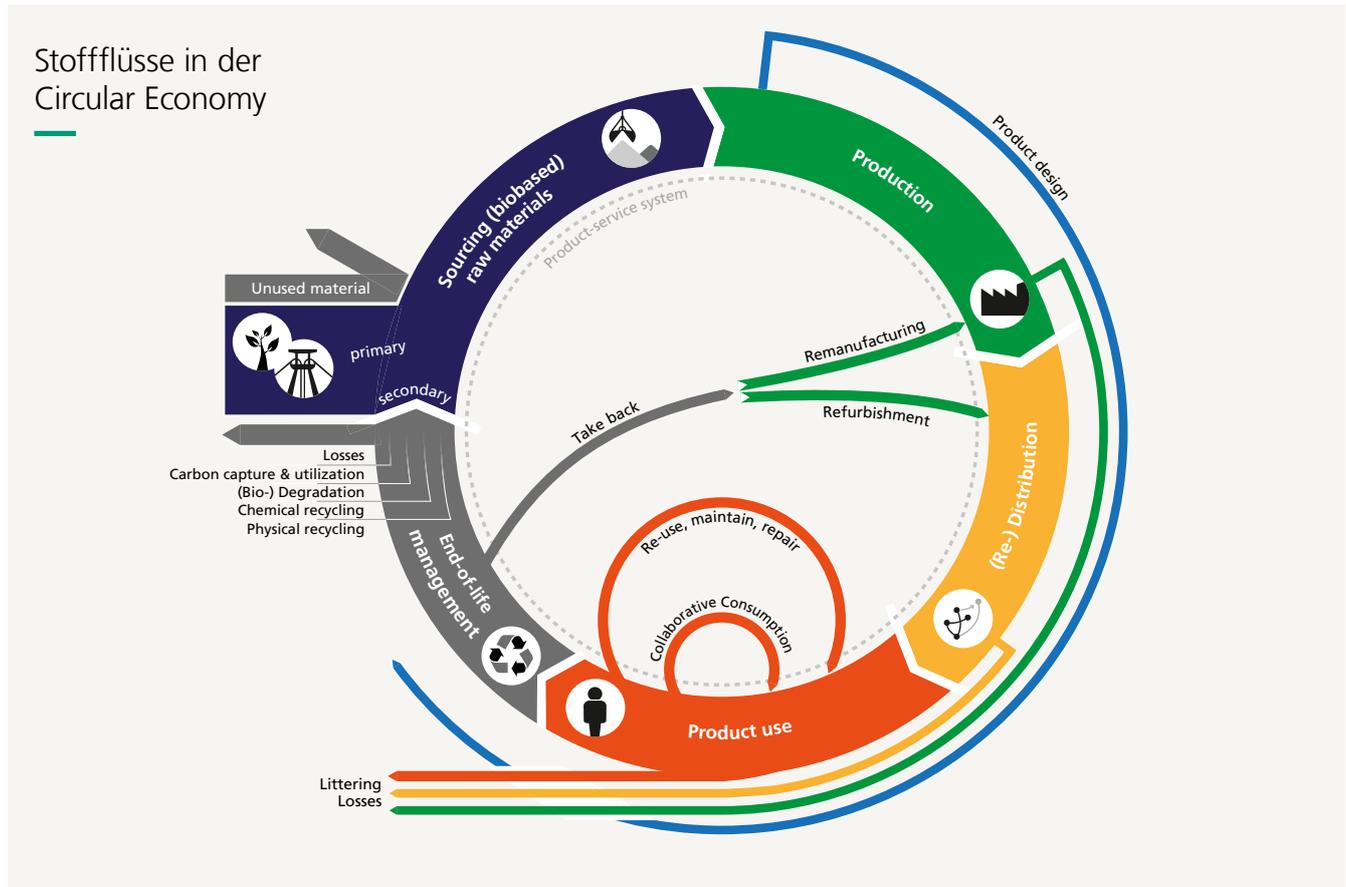


Abb. 1 Ein Wertschöpfungszyklus umfasst alle Stufen der Rohstoffgewinnung, Werkstoffherstellung, Energiebereitstellung, Produktherstellung, Produktnutzung, Refurbishment, Reparatur und die Überführung von Produkten oder ihrer Bestandteile in erneute Wertschöpfung – über etablierte Wertschöpfungsketten hinweg.

© Fraunhofer Cluster of Excellence Circular Plastics Economy CCPE

Werte schaffen – mit Werten handeln

Flexibilität, Resilienz und Nachhaltigkeit von Lieferketten beeinflussen den – ökonomischen und gesellschaftlichen – Wert von Produkten enorm. Die Weltgemeinschaft ist abhängig vom internationalen Handel sowie langen, schwierig steuerbaren Handelswegen. Unternehmen haben die Souveränität über Prozesse und Produkte oftmals delegiert an globale Versorgungssysteme, deren Strukturen schwer zu durchschauen sind, sich aber trotzdem zirkulär weiterentwickeln müssen.

Strategien für nachhaltige Produktions- und Konsumweisen

Mit heutigen Produktionsweisen und Konsumstilen werden planetare Grenzen erreicht. Ihre ökologischen und sozialen Wirkungen werden mittelfristig die Tragkapazitäten von Natur und Gesellschaft überfordern. Für das SDG 12 und den damit verbundenen anspruchsvollen Zielen entstanden eine Vielzahl an politischen und wirtschaftlichen Initiativen zu nachhaltiger Produktion und nachhaltigem Konsum wie das Nationale Programm für nachhaltigen Konsum als Teil der Umsetzung der Deutschen Nachhaltigkeitsstrategie, das deutsche Ressourceneffizienzprogramm ProgRes oder die EU-Strategie zur sozialen Verantwortung von Unternehmen auf politischer Seite. Initiativen aus der Wirtschaft sind beispielsweise die Roadmap des World Business Council for Sustainable Development (WBCSD), Chemie³ – die Nachhaltigkeitsinitiative der deutschen Chemie

oder die IRENA Coalition for Action (Aktionsbündnis der Internationalen Agentur für Erneuerbare Energien).

Aus Sicht von Unternehmen und Bevölkerung steht den anspruchsvollen Zielen nicht selten eine durch Alltagserfahrungen geprägte Ohnmacht gegenüber. Es fehlt ihnen schlicht an der notwendigen Souveränität, um nachhaltigere Alternativen entlang des kompletten Lebenszyklus zu erkennen und sich ggf. für diese Alternativen entscheiden zu können. Gleichzeitig mangelt es an Wissen und Transparenz darüber, welche Rohstoffe oder Komponenten genutzt werden und welche Umwelt- und Sozialstandards dabei gelten.

Vor diesem Hintergrund sieht Fraunhofer drei wichtige Strategien für zukünftige nachhaltige Produktionsweisen und Konsumstile:

- 1. Konsequente Umsetzung von Kreisläufen:** Alles, was hergestellt und genutzt wird, muss als Ressource für eine erneute Produktion oder erneuten Konsum geeignet sein. Emissionen in die Umwelt existieren im Idealfall nicht. Neben der Entlastung natürlicher Rohstoffquellen erfordert die Circular Economy die Übernahme von Verantwortung in Gesellschaft, Politik und Wirtschaft, was über heute gewohnte Wirtschafts- und Lebensstile hinausgeht.
- 2. Schaffung von nachhaltigen Werten:** Damit ein Kreislauf dauerhaft einer linearen Wertschöpfung überlegen ist, müssen über seinen Verlauf nachhaltige Werte geschaffen werden. Diese neue Wertschöpfung muss sich an ökonomischen, sozialen und ökologischen Maßstäben gleichermaßen messen lassen.
- 3. Notwendigkeit gestalterischer Souveränität:** Nachhaltige Kreisläufe entstehen nur, wenn sie ausreichend resilient gegen innere und äußere Störungen sind. In einer globalen Welt basiert diese Souveränität auf Transparenz, Kooperation und geteilten Werten.

Mit dem Konzept der Souveräne Wertschöpfungszyklen werden diese Ziele in die Praxis umgesetzt.

Prinzipien zur Umsetzung Souveräner Wertschöpfungszyklen

Sechzehn Fraunhofer-Institute haben für die vier Leitmärkte Chemische Industrie, Ernährungswirtschaft, Energiewirtschaft und Bauwirtschaft untersucht, welche Handlungsbedarfe es zur Realisierung Souveräner Wertschöpfungszyklen gibt, und das Konzept zu fünf Prinzipien verdichtet:

- Nachhaltigkeit integrieren
- Wertschöpfungszyklen realisieren
- Souveränität erreichen
- Systemische Innovationen vorantreiben
- Kompetenzen entwickeln

Das Konzept der Souveränen Wertschöpfungszyklen muss über Produkte, Prozesse und Unternehmen hinaus die Bedarfe globaler Wertschöpfungsnetze jetzt und in Zukunft adressieren. Dafür sind methodische, technologische und systemische Innovationen sowie neue Formen der Kooperation erforderlich.



Prinzip 1: Nachhaltigkeit integrieren

Nachhaltige Werte umfassen ökologische, soziale und ökonomische Werte gleichermaßen. Die globale Entwicklung zeigt, dass das Wissen um und die Durchsetzung von Nachhaltigkeitsfaktoren in Lieferketten immer wichtiger werden.

Beispiel: Lieferkettengesetz

Große Unternehmen sind ab 2023 dazu verpflichtet, Verantwortung für ihre Lieferketten zu übernehmen – dies regelt das »Lieferkettensorgfaltspflichtengesetz (LkSG)«. Unternehmen sollen Produktionsverfahren und Arbeitsbedingungen bei den Zulieferern zurückverfolgen und Missstände vermeiden oder abstellen. Damit soll der Schutz grundlegender Menschenrechte verbessert werden, z. B. durch die Beachtung sozialer Mindeststandards und die Vermeidung schädlicher Umwelteinflüsse.

Das Konzept Souveräner Wertschöpfungszyklen – ein Paradigmenwechsel

Von der Wertschöpfungskette zum Wertschöpfungszyklus

Wertschöpfungsketten zu Kreisläufen zu schließen ist die grundlegende Idee, um Ressourcen zu sparen und Emissionen zu mindern, aber auch um die Verantwortung für nachhaltige Werte zu stärken und zwischen den Agierenden sinnvoll zu verteilen. Jedes Produkt, das ein Agierender eines Kreislaufs herstellt oder nutzt, ist ein Input für einen nachfolgenden Agierenden. Durch den Kreislauf erhält letztlich jeder Agierender Teile seines eigenen Outputs als Input zurück. Dies stärkt die Bereitschaft, Verantwortung für Zyklen auch über lange Zeiträume zu übernehmen.

Üblicherweise versteht man unter Wertschöpfung die Differenz von Umsatzerlösen abzüglich der Vorproduktkosten. Im Konzept des Wertschöpfungszyklus ist der nachhaltige Wert eines Sekundärrohstoffs höher als der rein monetäre Wert eines Primärrohstoffs. Seine Verwendung ist daher die attraktivere Option.

Wenn soziale und ökologische Kosten mit ihren realen Werten internalisiert werden, ist die Verwendung von Sekundärrohstoffen oft die marktwirtschaftlich attraktivere Option. Entwicklungen der vergangenen Jahre zeigen, dass zunehmend »weiche«, nicht-monetäre Werte ins Bewusstsein der Käufer*innen rücken und Kaufentscheidungen maßgeblich beeinflussen.



Prinzip 2: Wertschöpfungszyklen realisieren

In Wertschöpfungszyklen werden Materialien und Produkte in Kreisläufen geführt. Dabei steigern sich ihre kumulierten nachhaltigen Werte beim Durchlaufen eines Kreislaufs und zu Beginn eines neuen Kreislaufs.

Beispiel: Betonrecycling

Beton ist ein sehr langlebiger Baustoff mit hohen Rohstoffverbräuchen. Bei Abbrüchen wird Beton jedoch kaum als Baustoff verwertet, sondern landet überwiegend auf der Deponie oder im Straßenbau, was einem Downcycling entspricht. Die Recyclingquote liegt in Deutschland bei lediglich 0,5 %. Ein Grund dafür ist, dass Recycling-Beton (RC-Beton) in Deutschland nur sehr begrenzt im Hochbau eingesetzt werden darf. Dabei ist Beton ein kritischer Stoffstrom: Die Produktion verursacht große Mengen Treibhausgase und verbraucht erhebliche Mengen Wasser, Sand, Kies und Zement. Für die Realisierung von Wertschöpfungszyklen am Beispiel Beton sind Verfahren und entsprechende gesetzliche Rahmenbedingungen erforderlich, die zu einer höheren Recyclingquote führen.

Beispiel: Lithium-Ionen-Akku

Technologisch fehlt es an Alternativen zu Lithium-Ionen-Batterien und zur Batterieelektrik. Im Recycling fehlt es an effizienten Prozesskombinationen zur wirklichen Kreislaufführung der enthaltenen Materialien. Dies liegt auch an der mangelnden ökonomischen Rentabilität insbesondere bei nicht-metallischen Komponenten wie Kunststoffen, Elektrolyt und Graphit. Systemisch fehlen strategische Ansätze dafür, wie bereits bei der Entwicklung die Zirkularität – auch mit Blick auf Alternativenwendungen für Materialien – sichergestellt wird. Außerdem muss entlang des Wertschöpfungszyklus der gesellschaftliche Mehrwert transparent betrachtet, bewertet und eingepreist und dafür ein funktionierender regulatorischer Rahmen geschaffen werden – mit Blick auf die durch Externalisierung verlagerten ökologischen und sozialen Kosten für die Rohstoffextraktion und Verarbeitung.

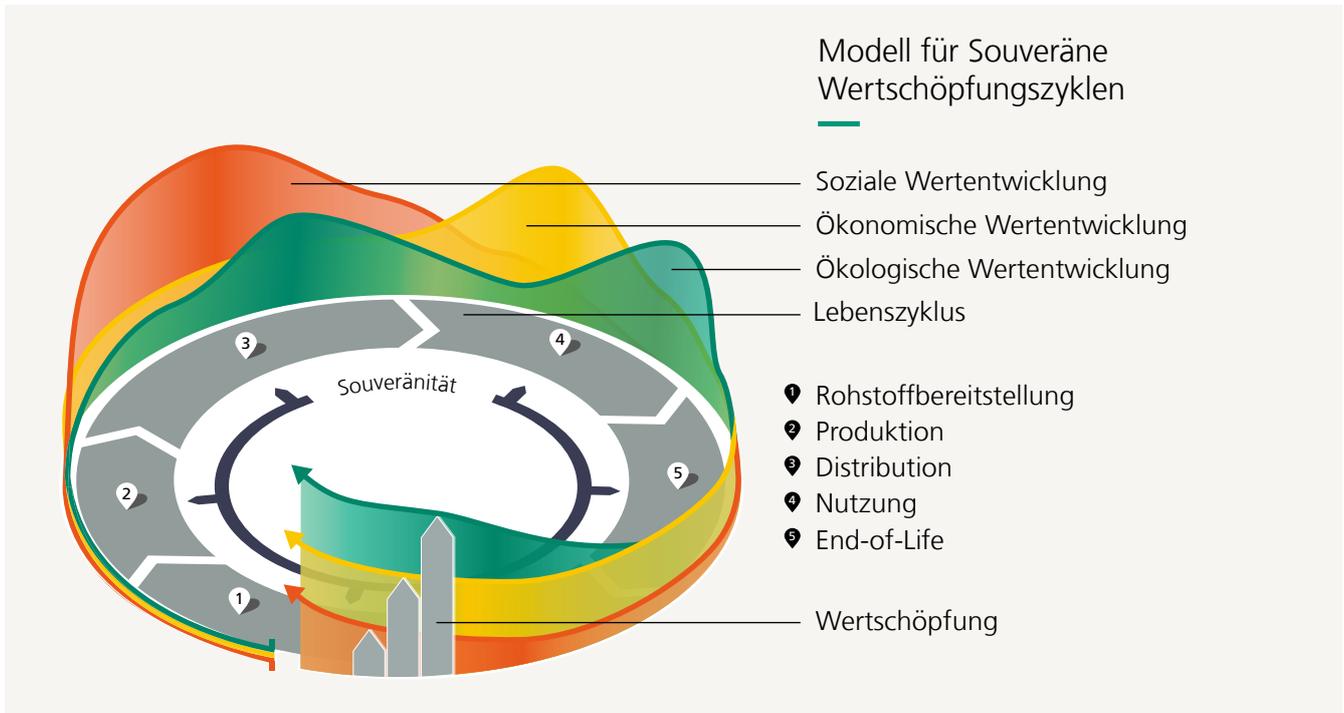


Abb. 2 Nachhaltigkeit integrieren: Parallel zum klassischen Lebenszyklus verläuft die Veränderung der ökonomischen, sozialen und ökologischen Werte. – Die Steigerung einer Zielgröße kann, muss aber nicht zur Steigerung der anderen führen. Die Veränderung beim Durchlaufen eines Wertschöpfungszyklus muss jedoch am Ende positiv sein. © Fraunhofer UMSICHT

Vom monetären zum nachhaltigen Wertschöpfungszyklus

Wenn wir von Werten in Wertschöpfungszyklen sprechen und dabei die vielfältigen Parameter für eine nachhaltige Entwicklung betrachten, muss der Begriff »Wert« neu definiert werden. Neben den rein monetären Aspekten sind nicht-monetäre Kriterien wie vermiedene Treibhausgasemissionen, vermiedene Kinderarbeit etc. gleichermaßen bei einer Wertermittlung zu berücksichtigen.

Unter »Wert« verstehen wir daher sämtliche Werte aus den Bereichen Umwelt, Gesellschaft und Ökonomie, die auf das Konzept der nachhaltigen Entwicklung einzahlen. In einem Wertschöpfungszyklus sollen diese Werte beim Durchlaufen eines Zyklus in Summe gesteigert werden (Abb. 2).

Ein sozialer Wert (z. B. bezogen auf Arbeitsbedingungen beim Rohstoffabbau) kann besonders hoch, ein ökologischer Wert

(z. B. bezogen auf Treibhausgasemissionen) eher hoch, der ökonomische Wert (z. B. bezogen auf die Gewinnspanne eines Händlers) dagegen eher niedrig sein. Die Veränderung beim Durchlaufen eines Wertschöpfungszyklus muss jedoch am Ende in ihrer Gesamtheit positiv sein – die Steigerung einer Zielgröße kann, muss aber nicht zur Steigerung der anderen führen. Das dahinterliegende Wertegerüst erweitert somit bewusst den ökonomischen Wert um die Dimensionen einer sozialen und ökologischen Wertentwicklung. Dahinter steckt die Annahme, dass erfolgreiches Wirtschaften in Zukunft auch von diesen Dimensionen abhängig sein wird. Nur wenn alle drei Dimensionen zukünftig strategisch berücksichtigt werden, können Wertschöpfungszyklen in der Praxis attraktiv erscheinen und in der realen Anwendung Bestand haben.



Prinzip 3: Souveränität erreichen

Um nachhaltige Werte über den ganzen Kreislauf zu messen, benötigen Produzierende und Konsument*innen sichere und gesicherte, glaubwürdige und maßgeschneiderte Informationen zu Lieferketten, Produktionsbedingungen, Produkten und deren Wirkungen. Diese Informationen müssen durch sämtliche Agierende eines Kreislaufs geteilt werden. Dies erfordert neue Formen der Kooperation und digitalen Unterstützung.

Beispiel: Müsliriegel

Die nachhaltige Produktion eines Müsliriegels ist komplex und setzt eine Vielzahl an souveränen Entscheidungen der Produzierenden voraus. Auch Konsument*innen benötigen transparente und bewertbare Informationen – was ist entscheidend für den Kauf? Der Preis, die Herstellungsart (Fair Trade), die Inhaltsstoffe (kein Palmöl)? Nicht erst Trends wie Superfoods führen zu globalen Lieferketten in der Nahrungsmittelindustrie. Hierbei sind das Wissen und die Entscheidung über Vorketten sowie eingesetzte Zutaten aus internationalen Quellen entscheidend. Preis und Lieferbedingungen sind bislang wesentliche Kriterien für die Beziehungen zu Lieferunternehmen. Im Sinne einer nachhaltigen Produktion findet ein Umdenken statt, Menschenrechte und Umweltschutz rücken in den Fokus. Konsument*innen sind zudem bereit, für bestimmte Inhaltsstoffe und faire Wertschöpfung einen höheren Preis zu bezahlen. Handlungsbedarf besteht jedoch hinsichtlich durchgängiger Datenstrukturen, Bewertungskriterien für Lieferketten und einer daraus abgeleiteten transparenten Kennzeichnung mittels Gütesiegeln und Zertifikaten.

Souveränes Handeln in Wertschöpfungszyklen

Die Realisierung von Wertschöpfungszyklen erfordert von Unternehmen eine Anpassung der normativen Ausrichtung und führt zu einem neuen Niveau an Souveränität in Entscheidungen und Handlungen. Häufig wird genau diese fehlende Souveränität als Grund für mangelnde Fortschritte im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung angeführt: aufgrund von Wettbewerbsdruck, regulatorischen Randbedingungen oder technologischen Hemmnissen.

Die Souveränität von Unternehmen oder Konsument*innen resultiert aus der Selbstbestimmtheit und Durchsetzungsfähigkeit gegenüber anderen Agierenden der Kette bzw. des Kreislaufs. Sie wird von folgenden Kriterien bestimmt:

- 1. Wissen über die Agierenden:** Grundvoraussetzung für Souveränität ist, dass ausreichende Kenntnisse vorliegen über sämtliche Agierende und die Teilsysteme, die sie verantworten, sowie über die Bedingungen, denen sie unterliegen.
- 2. Substituierbarkeit eines Agierenden:** Sie hängt von der Zahl der Alternativen sowie dem Aufwand, sie zu aktivieren, ab. Kann auf eine bestimmte Aktivität ggf. sogar vollständig verzichtet werden, ist die Substituierbarkeit maximal.
- 3. Beeinflussbarkeit eines Agierenden:** Sie kann durch Verträge, technologische Möglichkeiten, Marktverhältnisse etc. begünstigt werden.
- 4. Resilienz:** Agierende, die durch äußere Störungen stark beeinflussbar sind, beeinträchtigen die Souveränität.

Sämtliche Agierende eines Zyklus müssen über ausreichende Souveränität verfügen. Souveränität erfordert symmetrische Informationsverteilung, geteilte Verantwortung und kooperative Arbeitsweisen. Klassische Beziehungen zwischen Kundschaft und Lieferunternehmen müssen ergänzt werden, um Denken und Handeln als Wertegemeinschaft dauerhaft zu etablieren. Souveränität dient damit den zentralen Werten einer nachhaltigen Entwicklung.



Prinzip 4: Systemische Innovationen vorantreiben

Souveräne Wertschöpfungszyklen erfordern systemische Innovationen. Sie entstehen aus stufenübergreifenden, kreislaufweiten Strategien und orientieren sich an ökologischen, sozialen und ökonomischen Werten gleichermaßen.

Beispiel: Photovoltaik-Modul

Erneuerbare Energien sind essentiell zur Reduktion von Treibhausgasemissionen. Jedoch hat sich der Großteil der Wertschöpfungskette von PV-Modulen auf Produktionsstandorte außerhalb der Europäischen Union verlagert, wo sie durch den Abbau und die Verarbeitung von Rohstoffen ihren ökologischen und sozialen Fußabdruck hinterlassen. Die Diskussion um Zwangsarbeit in chinesischen Polysiliziumwerken, aus denen 45 % des weltweit verwendeten Polysiliziums stammen, verdeutlicht dies. Die Polysiliziumherstellung ist gleichzeitig der größte Energieverbraucher in der PV-Wertschöpfungskette und verursacht damit einen Großteil der CO₂-Emissionen. Ein spezialisiertes Recycling von PV-Altmodulen, das die Kreislaufführung der verarbeiteten Stoffe ermöglicht, ist trotz einer vorgeschriebenen Recyclingquote von 80 % derzeit wegen geringer Rücklaufmengen nicht wirtschaftlich. Das Aufzeigen des ökologischen, sozialen und souveränen Mehrwerts von Wertschöpfungszyklen ist der erste Schritt, um monetäre Hindernisse zu überwinden.

Das Drei-Dimensionen-Modell: Herausforderung für modernes Unternehmertum

Nachhaltigkeit, Zirkularität und Souveränität: Dies sind die drei Bausteine, die Souveräne Wertschöpfungszyklen charakterisieren. Sie adressieren die Dimensionen »Gesellschaft und Umwelt«, »Technologie« und »Management«. Nur, wenn es gelingt, diese Dimensionen zusammenzuführen, wird das Konzept der Souveränen Wertschöpfungszyklen erfolgreich sein. Dies stellt eine zentrale Herausforderung für modernes Unternehmertum dar: Verantwortung übernehmen, innovativ sein und die Menschen und Organisationen zu verantwortlichem Verhalten befähigen.

Tab. 01 Das Drei-Dimensionen-Modell

<u>Dimension</u>	<u>Konzept</u>	<u>Entrepreneurship</u>
<u>Gesellschaft und Umwelt</u>	<u>Nachhaltigkeit</u>	<u>Verantwortung</u>
<u>Technologie</u>	<u>Zirkularität</u>	<u>Innovation</u>
<u>Management</u>	<u>Souveränität</u>	<u>Kompetenzerwerb</u>



Prinzip 5: Kompetenzen entwickeln

Die Entwicklung von systemischen Innovationen erfordert vernetztes Wissen und Kompetenzen in sozialer, ökologischer, technischer, ökonomischer und regulatorischer Hinsicht.

Technologie trifft Verantwortung: Transformation in der Ausbildung

Derzeit gibt es wenige strategische Initiativen zur Etablierung neuer, ganzheitlicher inter- und transdisziplinärer Lehr- und Forschungsansätze, die Kompetenzen für die großen Transformationsaufgaben eines Industrielandes vermitteln. Forschung und Lehre, die ihre Forschungsfragen aus dem gesellschaftlichen Kontext ableiten, aus den gefundenen Antworten Lösungsbeiträge für hochkomplexe Richtungsentscheidungen liefern und so akademisches mit gesellschaftlichem Wirken verbinden, sind hochattraktiv für den wissenschaftlichen Nachwuchs und dessen spätere Arbeitgeber. Diese Forschung und Lehre integrieren Werte und Wertewandel in ihr Ausbildungsdesign, ohne den Blick auf wirtschaftliche Anwendungen und gesellschaftlichen Nutzen zu verlieren. Nachhaltige Führungskompetenz entsteht durch die Übertragung wissenschaftlicher Erkenntnisse in reale Anwendungsumgebungen gepaart mit der Weiterentwicklung persönlicher Soft Skills und der Aneignung geeigneter Management-Werkzeuge.

Strategische Handlungsfelder

Die nachfolgenden Handlungsfelder ebnen den Weg zu Souveränen Wertschöpfungszyklen

Sie wurden im Rahmen eines partizipativen Prozesses mehrerer Fraunhofer-Institute auf Basis einer vorgelagerten Gap-Analyse entwickelt. Im Rahmen der Gap-Analyse wurden Soll-Zustände und entsprechende Ist-Zustände entlang der SDG 12-Unterziele abgeglichen (z. B. gesetzliche Rahmenbedingungen, Normen, Selbstverpflichtungen, Studienergebnisse,

Kritik und Forderungen von Nichtregierungsorganisationen (NGOs) und gesellschaftlichen Gruppen) und Lücken zur Erreichung der SDG-Unterziele herausgearbeitet. Die Gap-Analyse erfolgte für die betrachteten Leitmärkte Chemische Industrie, Ernährungswirtschaft, Energiewirtschaft und Bauwirtschaft.

Die Ergebnisse wurden zu 9 strategischen Handlungsfeldern verdichtet, die nachfolgend dargestellt sind:

1 Methodische Grundlagen zur Erfassung und Bewertung hinsichtlich Souveränität, Zirkularität, Nachhaltigkeit

- Tools zur Erfassung von Lieferketten, Produktionsbedingungen, Produkten und ihren Wirkungen
- Indikatoren, Normen und Standards samt Bewertungsansätzen (Souveränität, Zirkularität, Nachhaltigkeit)

2 Entwicklung von Strategien zur Erhöhung der Nachhaltigkeit, Souveränität oder Zirkularität

- Untersuchung von Hemmnissen und Entwicklung von Strategien zur Etablierung von Souveränen Wertschöpfungszyklen

3 Methodische Grundlagen zur Etablierung von Wertschöpfungszyklen

- Methoden zur Gestaltung von kreislaufgerechten Prozessen, insbesondere durch Nutzung von Sekundärmaterialien

4 Technologische Grundlagen zur Etablierung von Wertschöpfungszyklen

- Erhöhung des Reuse- bzw. Repair-Anteils in Prozessketten
- Entwicklung von technologischen Grundlagen zur Schließung von Stoffkreisläufen
- Verringerung von Materialverlusten in Kreisläufen

5 Förderung souveräner und nachhaltiger Entscheidungen durch Produzierende und Konsument*innen

- Transparenz von Lieferketten, Produktionsbedingungen und den Wirkungen von Produkten
- Umgang mit Daten sowie Kommunikation und Kennzeichnung

6 Entwicklung von Geschäftsmodellen für Wertschöpfungszyklen

- Anpassung der Produkte und Geschäftsmodelle von Unternehmen im Sinne der Souveränen Wertschöpfungszyklen
- Erfassung von externen und externalisierten Kosten und deren Internalisierung

7 Unterstützung der Entwicklung von Regularien sowie politischen Entscheidungsprozessen

- Einwirken auf die Entwicklung umfassender Änderungen in Gesetzgebung und anderen regulatorischen Richtlinien zur Etablierung von Quoten und Zielwerten

8 Entwicklung von Rahmenbedingungen für Innovationsförderung von Wertschöpfungszyklen

- Entwicklung angepasster Angebote zur Innovationsförderung und Gestaltung entsprechender Rahmenbedingungen
- Formulierung von Forschungsschwerpunkten

9 Transfer von Methoden und Kompetenzen zu Wertschöpfungszyklen

- Entwicklung von Bildungs- und Weiterbildungsformaten und -angeboten für unterschiedliche Zielgruppen



Umsetzung der Handlungsfelder bei Fraunhofer

Beiträge zur Umsetzung der Handlungsfelder erfolgen bei Fraunhofer bereits heute durch themenspezifische Verbünde sowie durch anwendungsnahe Forschung und Entwicklung in den einzelnen Fraunhofer-Instituten. Für die hier spezifisch betrachteten Leitmärkte Chemische Industrie, Ernährungswirtschaft, Energiewirtschaft und Bauwirtschaft existieren institutsübergreifende Verbünde, die Forschung bei Fraunhofer koordinieren und gemeinschaftliche Arbeiten unterstützen.

Darüber hinaus gibt es Entwicklungscluster wie den Fraunhofer Cluster of Excellence Circular Plastics Economy CCPE. Dieser bündelt Kompetenzen und Infrastrukturen von sechs Fraunhofer-Instituten, um Grundlagen für die Transformation zu einer »Circular Plastics Economy« zu erforschen, passgenaue Handlungsoptionen für Wirtschaft und Gesellschaft zu eröffnen und Systemleistungen anzubieten.¹

¹ www.ccpe.fraunhofer.de

Die nächsten Schritte: CIRCONOMY® Hubs

Nachhaltige Produktion, nachhaltiger Konsum und zirkuläres Wirtschaften benötigen systemische und technologische Lösungen, die in Innovationsnetzwerken entstehen. Bisherige Vernetzungsinitiativen beziehen sich überwiegend auf eine gemeinsame Sitzregion oder eine gemeinsame technologische Stärke. Daher will Fraunhofer ein deutschlandweites Netzwerk aus CIRCONOMY® Hubs aufbauen: Diese Hubs sind ein neues, agiles Instrument zur Zusammenarbeit auf Basis einer gemeinsam getragenen Mission und einem gemeinsamen, zuverlässigen Datenraum, um regionalen, nationalen und internationalen Mehrwert zu schaffen. In jedem Hub widmen sich Fraunhofer-Institute und ihre Partner aus Wirtschaft, Wissenschaft, Politik und Gesellschaft einer anderen Mission als Beitrag zur Circular Economy und entwickeln Innovationen für nachhaltige, resiliente Wertschöpfungszyklen, Klimaneutralität, Zirkularität und Bioökonomie. Hubs dienen dazu, Wirtschaftssysteme und Wertschöpfungszyklen auf digitaler Basis zu verstehen und zu steuern. Dabei kann jeder Hub über einen gemeinsamen Datenraum Know-how mit allen anderen Hubs austauschen, so von Erfolgen lernen und die Transformation beschleunigen. In CIRCONOMY® Hubs entstehen agile Projektkonsortien mit Partnern aus Wirtschaft, Wissenschaft und Gesellschaft, die Projektentwicklungen für Innovationsprozesse missionsorientiert angehen. CIRCONOMY® Hubs adressieren sowohl einzelne Branchen (wie Automobilwirtschaft, Chemie, Ernährung) als auch Sektoren- und Wertschöpfungsstufenübergreifende Verbünde (Schnittstelleninnovationen).

Sie nutzen die Chancen, die sich aus virtuellen, verteilten und digitalen Kooperationsstrukturen ergeben: schnelle Absprachen, agile Teamarbeit, kreative Lösungsfindung und digitale Verfügbarkeit von Ergebnissen ohne räumliche und zeitliche Begrenztheit. Für die Organisation der Hubs stehen Baukästen bereit, mit denen sich unterschiedliche Ausprägungen (z. B. rein virtuell oder unter Einbeziehung von Infrastruktur) abbilden lassen. Die Koordination der Hubs erfolgt durch ein Management mit Vertreter*innen aus Wirtschaft, Wissenschaft und Gesellschaft. Dieses Management übernimmt für ein CIRCONOMY®-Thema die Funktion eines »Mission Teams« mit internationaler Perspektive: Es sammelt Projektideen bzw. entwickelt sie selbst, unterbreitet Vorschläge für Projektkonsortien, organisiert und moderiert Projektentwicklungen und Innovationsprozesse. CIRCONOMY® Hubs bilden für Wirtschaft, Wissenschaft, Politik und Gesellschaft den Kompass für zukunftsorientiertes Handeln – um Werte zu schaffen und mit Werten zu handeln.

CIRCONOMY®

Quellen und weiterführende Literatur

adelphi consult GmbH, Sustain Consulting GmbH (Hrsg.) (2019): *Anwendung digitaler Technologien für ein nachhaltiges Lieferkettenmanagement – Eine Einordnung*. Berlin/Hamburg.

Gesetz über die unternehmerischen Sorgfaltspflichten zur Vermeidung von Menschenrechtsverletzungen in Lieferketten (Lieferkettensorgfaltspflichtengesetz – LkSG), Bundesgesetzblatt Jahrgang 2021 Teil I Nr. 46. Bonn vom 16. Juli 2021 (ausgegeben am 22. Juli 2021).

European Commission EC (ed.) (2020): *Circular Economy Action Plan – The European Green Deal*. Brussels.

European Commission: *Topics of H2020 2018-2020 Focus Area Connecting economic and environmental gains – the Circular Economy*, https://ec.europa.eu/research/participants/portal/desktop/en/opportunities/h2020/focus-area/circular_economy.html#c,topics=callStatus/t/Forthcoming/1/1/0/default-group&callStatus/t/Open/1/1/0/default-group&callStatus/t/Closed/0/1/0/default-group&+identifizier/desc; letzter Zugriff: 6.7.2020.

Genovese, A.; Acquaye, A. A.; Figueroa, A.; Koh, S. L. (2017): *Sustainable supply chain management and the transition towards a circular economy: Evidence and some applications*. In: *Omega* 66, S. 344–357.

Handelsblatt vom 6. Juli 2020 (2020): *Neue globale Arbeitsteilung – Nach den Corona-Erfahrungen wollen Unternehmen ihre Lieferketten robuster machen*.

Hiebel, M.; Bertling, J.; Nühlen, J.; Pflaum, H.; Somborn-Schulz, A.; Franke, M.; Reh, K.; Kroop, S. (2017): *Circular Economy im Hinblick auf die chemische Industrie*. Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT (Hrsg.), Studie im Auftrag des Verbands der Chemischen Industrie e. V., Landesverband NRW. Oberhausen.

International Resource Panel IRP (ed.) (2019). *Global Resources Outlook 2019: Natural Resources for the Future We Want*. A Report of the International Resource Panel. United Nations Environment Programme. Nairobi, Kenya.

Müller, M.; Siakala, S. (2020): *Nachhaltiges Lieferkettenmanagement. Von der Strategie zur Umsetzung*. Berlin, Boston: De Gruyter Oldenbourg. S. 2014.

OECD (2019): *Measuring Distance to the SDG Targets 2019: An Assessment of Where OECD Countries Stand*. OECD Publishing, Paris.

Pflaum, H.; Mrotzek-Blöß, A.; Nühlen, J.; Rettweiler, M.; Kroop, S.; Reh, K.; Franke, M. (2015): *Recyclingpotenzial von Technologiemetallen und anderen kritischen Rohstoffen als wichtige Säule der Rohstoffversorgung* (Recyclingpotenzial Technologiemetalle): Kurzstudie von Fraunhofer UMSICHT im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi). Oberhausen und Sulzbach-Rosenberg.

Prognos AG, Bayern LB (Hrsg.) (2020): *Braucht Deutschland ein neues Geschäftsmodell*. München.

Rat für Nachhaltige Entwicklung RNE (Hrsg.) (2020): *Nachhaltige Lieferketten*. Stellungnahme. Berlin.

Steffen, W.; Richardson, K.; Rockström, J. et al. (2015): *Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet*. *Science*, Vol. 347.

Sachverständigenrat für Umweltfragen SRU (Hrsg.) (2020): *Für eine entschlossene Umweltpolitik in Deutschland und Europa*. Umweltgutachten 2020.

Umweltbundesamt UBA (Hrsg.) (2020): *Nachhaltige Wege aus der Wirtschaftskrise*. Positionspapier. Dessau-Roßlau.

United Nations Environment Programme UNEP (ed.) (2021): *The use of natural resources in the economy: A Global Manual on Economy Wide Material Flow Accounting*. Nairobi, Kenya.

UN Global Compact, BSR (ed.) (2015): *Supply Chain Sustainability*. 2nd Edition.

Verein Deutscher Ingenieure VDI (Hrsg.) (2019): *Zirkuläre Wertschöpfung*. VDI Handlungsfelder.

Weidner, E.; Pflaum, H.; Bertling, J.; Hiebel, M. et al. (2019): *Globale Nachhaltigkeit als Innovationschance*. Eine White-Spot-Analyse für Fraunhofer, Studie im Auftrag des Präsidenten der Fraunhofer-Gesellschaft e. V. Oberhausen/München.

Impressum

Herausgeber

Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung
der angewandten Forschung e. V.
Hansastraße 27 c
80686 München

Dieses Whitepaper ist ein Ergebnis der Projekte
»Souveräne Wertschöpfungszyklen SVC« und »Circonomy
Hubs Initial CIRCONOMY® Hub Initial – Systemforschung
für agile Transformationsprozesse auf dem Weg zur Circular
Economy.

Gesamtkoordination und Projektleitung

Prof. Dr.-Ing. Eckhard Weidner
Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und
Energietechnik UMSICHT
Osterfelder Straße 3
46047 Oberhausen

Mit Beiträgen zu dem Whitepaper von

- [Fraunhofer UMSICHT](#) Jürgen Bertling, Prof. Dr. Sulamith Frerich, Dr. Markus Hiebel, Sandra Naumann, Dr.-Ing. Hartmut Pflaum, Anna Schulte, Dr.-Ing. Esther Stahl, Dr. Nils Thonemann, Prof. Dr.-Ing. Eckhard Weidner
- [Fraunhofer IAIS](#) Uwe Beyer, Kai Pervölz
- [Fraunhofer IAP](#) Dr. André Lehmann, Dr. Evgueni Tarkhanov, Daniel Zehm
- [Fraunhofer LBF](#) Dr. Anneliese Meister, Dr. Christian Schütz, Anita Werner, Susanne Siegert-Gao
- [Fraunhofer IBP](#) Rafael Gramm, Kristina Henzler, Rafael Horn, Thomas Kirmayr, Prof. Dr. Philip Leistner
- [Fraunhofer ICT](#) Torsten Müller, Elisa Seiler, Jonas Emanuel Varga
- [Fraunhofer IEG](#) Holger Born, Charlotte Krückemeier
- [Fraunhofer IGB](#) Lukas Kriem, Dr.-Ing. Ursula Schliessmann
- [Fraunhofer IML](#) Christian Hohaus, Volker Fennemann
- [Fraunhofer IMW](#) Prof. Dr. Frank Pothen, Hannah Ventz
- [Fraunhofer IPA](#) Dr. Robert Mieke, Lennard Sielaff, Lara Waltersmann
- [Fraunhofer ISE](#) Estelle Gervais, Sina Herceg, Dr. Karl-Anders Weiß
- [Fraunhofer IVV](#) Sebastian Carsch, Susanne Naumann
- [Fraunhofer IWU](#) Carsten Lies, David Löpitz

Empfohlene Zitierweise

Weidner, Eckhard, et al.: Whitepaper »Werte schaffen – mit Werten handeln. Souveräne Wertschöpfungszyklen und zirkuläres Wirtschaften gestalten«.
Hrsg. Fraunhofer-Gesellschaft e. V., München 2023

Bei Abdruck ist die Einwilligung der Gesamtkoordination erforderlich.

Beteiligte Fraunhofer-Forschungseinrichtungen

- Fraunhofer-Institut für Intelligente Analyse- und Informationssysteme IAIS
- Fraunhofer-Institut für Angewandte Polymerforschung IAP
- Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF
- Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP
- Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie ICT
- Fraunhofer-Institut für Energieinfrastrukturen und Geothermie IEG
- Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung IFAM
- Fraunhofer-Institut für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik IGB
- Fraunhofer-Institut für Molekularbiologie und Angewandte Oekologie IME-MB
- Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML
- Fraunhofer-Zentrum für Internationales Management und Wissensökonomie IMW
- Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA
- Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE
- Fraunhofer-Institut für Schicht- und Oberflächentechnik IST
- Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT
- Fraunhofer-Institut für Verfahrenstechnik und Verpackung IVV
- Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU
- Fraunhofer-Center für Silizium-Photovoltaik CSP

Gestaltung und Layout

Silvia Lorenz, Nora Warschewski

© Fraunhofer-Gesellschaft e. V., München 2023

Kontakt

Dr.-Ing. Hartmut Pflaum
Fraunhofer-Institut für Umwelt-,
Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT,
Oberhausen

Dr. Anja Haslinger
Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der
angewandten Forschung e. V., München

circonomy@fraunhofer.de
www.circonomy.fraunhofer.de