

MHP

A PORSCHE COMPANY



MHPWHITE PAPER

ENABLE CIRCULAR ECONOMY

Wie die ganzheitliche Umsetzung einer datenorientierten Arbeitsweise ihr Business zukunftssicher gestaltet

Aus Eigenmotivation nachhaltiger zu wirtschaften, sowie durch steigenden gesellschaftlichen und regulatorischen Druck wird die Transformation zu Circular Economy zu einem strategischen Schwerpunkt von immer mehr Unternehmen, insbesondere in den Ökosystemen Mobility und Manufacturing.

Neben dem Aufzeigen der Potenziale, liegt der Fokus dieses White Papers auf der Frage, wie diese Transformation gelingen wird. Zur Beantwortung wird ein ganzheitliches Vorgehen beim Umdenken vom linearen Wirtschaften hin zur Circular Economy vor allem beim Umsetzen der Abläufe und Arbeitsweisen vorgeschlagen.

Im Zuge der Transformation sind die Digitalisierung und Nutzung von Informationen in Form von Daten zentral. Das White Paper zeigt die Relevanz von Daten und deren konsequente Nutzung als Grundvoraussetzung für das Gelingen eines nachhaltigen Wirtschaftens durch Circular Economy auf.

Industrien werden dafür anhand von drei Dimensionen betrachtet:

1. Prozesse
2. Produkte (Portfolios)
3. Daten

Anhand dieser Betrachtungsdimensionen werden in zwei Beispielen Komponenten von industriellen Produkten genauer beleuchtet, die aktuell hohe Aufmerksamkeit haben:

- Hochvoltspeicher
- Kunststoffrezyklate



Inhalt

Einleitung	6
Transformation zur Circular Economy	10
Dimension Daten	16
Dimension Produkt	20
Dimension Prozess	22
Zwischenfazit und Beispiele	24
Zusammenfassung	30
Ausblick und Empfehlungen	32

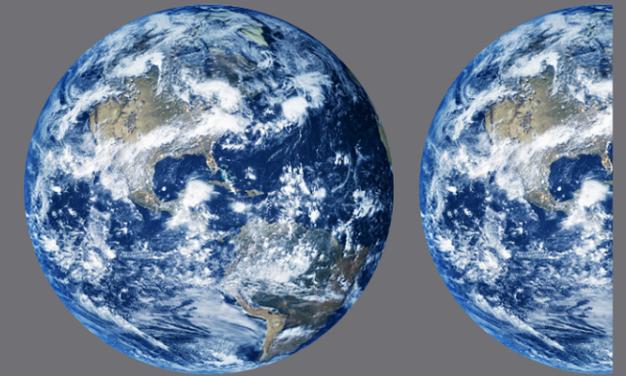
Zeitpunkt des Earth Overshoot Day im Jahr (weltweite Betrachtung) seit 1970 bis 2020



1970: 1 Erde

Regelmäßig erreichen wir zwischen Juli und August jedes Jahr den sogenannten „Earth Overshoot Day“ [1] (in Deutschland Anfang Mai), an dem die Menschheit alle Ressourcen aufgebraucht hat, die die Welt in einem Jahr nachhaltig zur Verfügung stellen kann.

2020: 1,6 Erden



Der Ressourcenverbrauch **liegt innerhalb der Kapazität** der Erde.

Der Ressourcenverbrauch **übersteigt** die Kapazität der Erde.

- Dezember
- November
- Oktober
- September
- August**
- Juli
- Juni
- Mai
- April
- März
- Februar
- Januar

1970 1972 1974 1976 1978 1980 1982 1984 1986 1988 1990 1992 1994 1996 1998 2000 2002 2004 2006 2008 2010 2012 2014 2016 2018 2020

Es werden zunehmend mehr Ressourcen auf der Erde verbraucht, als zur Verfügung stehen. Um den Anteil der Industrien an diesem Trend zu reduzieren und mittelfristig umzukehren, muss die Transformation zu einem ressourcenschonenden und profitablen Wirtschaften gelingen – die Transformation zur Circular Economy.

Einleitung

Für Unternehmen stellt sich die Frage: Gibt es einen Weg zu nachhaltigem Erfolg, Profitabilität und Wachstum im Einklang mit der Verfügbarkeit planetarer Ressourcen? Was bestimmt unser Wirtschaften im Jahr 2030 und darüber hinaus? Das Leitbild für diese Zukunft, die Circular Economy, wird bereits seit 1990 beschrieben – und nahezu alle Expert*innen sind sich einig: Die Transformation vom linearen zum zirkulären Wirtschaften ist überfällig und mündet zunehmend in gesetzliche Anforderungen an Unternehmen und deren Produkte.

Das lineare Wirtschaftsmodell hat einen Großteil der heute dringlichsten Herausforderungen herbeigeführt. Vom Klimawandel über Plastikverschmutzung, Artensterben bis hin zu Gesundheitsschäden und globaler sozialer Ungleichheit, alle diese Folgen sind verheerend. Regelmäßig erreichen wir zwischen Juli und August jeden Jahres den sogenannten „Earth Overshoot Day“ [1] (in Deutschland Anfang Mai), an dem die Menschheit alle Ressourcen aufgebraucht hat, die die Welt in einem Jahr nachhaltig zur Verfügung stellen kann. Dieser symbolstarke Tag muss kurzfristig wieder ins letzte Quartal des Jahres fallen und sollte mittelfristig gar nicht mehr im Kalender zu finden sein. Auch aus einer wirtschaftlichen Betrachtung heraus, stellen die zunehmende Ressourcenknappheit und die dadurch ausgelösten Preisentwicklungen ein massives Risiko für die Industrie dar [2].

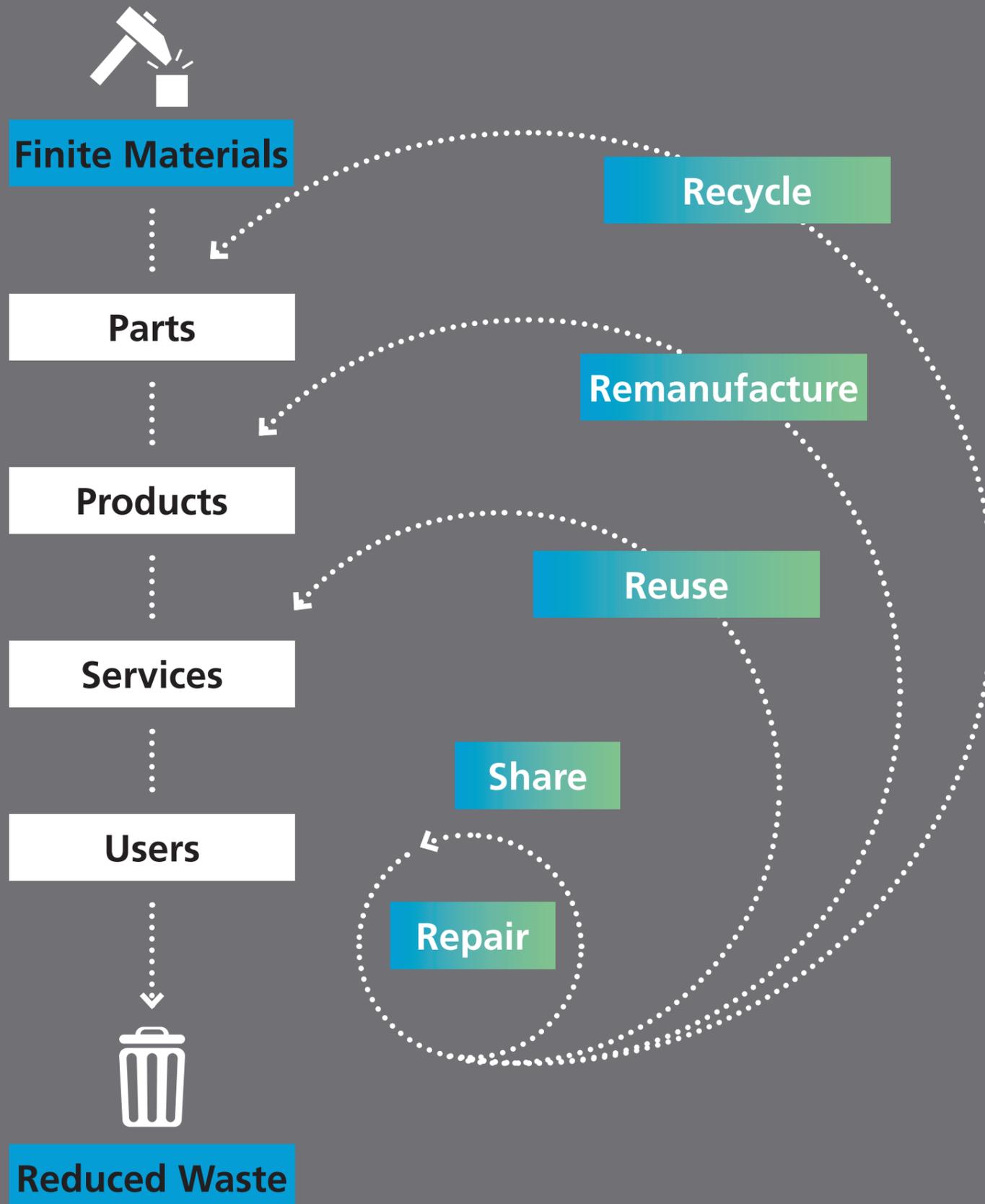
Circular Economy und ihr Kerngedanke, die Ressourcenverschwendung durch Wiederverwendung zu vermeiden, ist ein Leitbild der nachhaltigen Transforma-

tion und wird in immer mehr Unternehmensstrategien ein zentrales Handlungsfeld. Heute ist der Umgang mit natürlichen Ressourcen und Materialien für etwa 70 Prozent der globalen Treibhausgasemissionen verantwortlich [3]. Ein großer Teil des European Green Deal bezieht sich auf die Transformation von linearem zu zirkulärem Wirtschaften und damit auf die Entkopplung ökonomischen Wachstums von der Ressourcennutzung. Der sogenannte New Circular Economy Action Plan [4], den die EU-Kommission im März 2020 veröffentlicht hat, beinhaltet mehrere Maßnahmenvorschläge. Angefangen bei der Modernisierung der EU-Rechtsvorschriften für Batterien bis hin zum Verbot von Mikroplastik-Zusatz oder verbindlichen Plastik-Rezyklatquoten – die legislativen Rahmenbedingungen für den Wandel werden stetig weiterentwickelt. Auch die digitale Transformation, ein Handlungsfeld, das seit Jahrzehnten die Balanced Scorecards von Unternehmen füllt, entfaltet zunehmend ihr wahres Potenzial in Bezug auf die genannten Herausforderungen. So spricht die EU-Kommission bei der Kombination von digitaler und nachhaltiger Transformation schon von der Industrie 5.0. Dafür gilt es, den Mehrwert neuer Technologien für eine nachhaltige Zukunft verfügbar zu machen.

Ziel dieses Whitepapers ist es, nicht nur den Nutzen der digitalen Technologien für die nachhaltige Transformation zur Circular Economy zu vermitteln, sondern die Nutzung der Daten in der heutigen und vor allem der künftigen Wirtschaft und Industrie als Grundvoraussetzung für die Transformation aufzuzeigen.

„Today’s economy is divisive and degenerative by default. Tomorrow’s economy must be distributive and regenerative by design.“

Kate Raworth – Doughnot Economics



Schema der Circular Economy (nach dem Butterfly-Diagramm der Ellen MacArthur Foundation)

Ziel Nummer 12 der Sustainable Development Goals[5], der Strategie der Vereinten Nationen für eine nachhaltige Entwicklung, und weitere anerkannte Quellen wie die der Ellen Mac Arthur Foundation [6] geben im industriellen Kontext die Transformation hin zur Circular Economy als grundlegende Lösung vor.

Circular Economy beschreibt ein in sich geschlossenes System für nachhaltiges Wirtschaften, bei dem Ressourcen keinen limitierenden Faktor darstellen. Materialien und Produkte werden nach dem EoL (End-of-Life) in den ursprünglichen Verarbeitungskreislauf zurückgeführt. Dabei steht für die Industrie der Ressourcenerhalt durch nachhaltige Produkte im Vordergrund. Ziel ist es, Materialien so lange wie möglich einen Produktlebenszyklus durchlaufen zu lassen, um somit Abfälle und den Verbrauch von Primärrohstoffen zu minimieren.

Im Kern der Circular Economy stehen die „Design for R“-Prinzipien Repair, Reuse, Remanufacturing und Recycling. Dabei werden Produktkomponenten im Ganzen oder zerlegt wiederverwertet und/oder in ihre Grundsubstanzen zurückgeführt, die nach entsprechender Aufbereitung entweder denselben oder einen anderen Nutzen erfüllen. Als energieintensivster Prozess sollte Recycling stets als letzte Möglichkeit der Wiederverwertung betrachtet werden.

Im Kontext der Circular Economy tritt schnell der Gedanke des Second Life in den Vordergrund, also die wiederholte Verwendung von Bestandteilen bspw. nach dem Remanufacturing – oder durch einen neuen Verwendungszweck des Produktes. Die Verlängerung des First Life ist allerdings gerade für mechatronische oder cyberphysische Produkte und Systeme sowie auch für deren Nachhaltigkeitseffekte ein zentraler Bestandteil von Circular Economy.

Transformation zur Circular Economy

Eine ganzheitliche Betrachtung

Industrieunternehmen sind auf unterschiedliche Weise mit den oben beschriebenen globalen Herausforderungen verbunden: durch ihre Produkte und Services, deren komplette Lebenszyklen, durch ihre Mitarbeiter*innen und deren Mobilitätsverhalten, aber auch durch ihren Ressourcenverbrauch (bspw. Gebäude).

Aufgrund sich wandelnder globaler Bedingungen verschärfen sich nicht nur regulatorische Vorgaben an die Industrie. Auch die Reputation von Industrieunternehmen orientiert sich zunehmend an deren Beitrag zu einer nachhaltigen Entwicklung. Jüngere Generationen haben einen anderen Lebensstil und andere Erwartungen an Unternehmen – als deren Kund*innen und auch Mitarbeiter*innen. Es wird zunehmend von einer „Licence to operate“ gesprochen, ohne die Unternehmen ihre Wettbewerbsfähigkeit in den Arbeits- und Absatzmärkten von morgen einbüßen.

Klimawandel, Ressourcenknappheit, demografischer Wandel und Generationeneffekte wirken somit immer stärker auf die Wirtschaftswelt und gerade auf produzierende Industrieunternehmen ein. Aufgrund der Tragweite und Komplexität der Herausforderungen müssen die Lösungen dieser Probleme vor allem eines: ganzheitlich wirken und alle Aspekte industriellen Handelns adressieren.

Chancen durch Circular Economy

Der Wandel hin zu nachhaltigem Wirtschaften und Circular Economy ist aber nicht nur als Lösung für die o. g. Probleme zu betrachten.

„We must rethink, innovate and implement at an unprecedented pace and scale to enable a thriving future for environment, economy and society.“

Thomas Saueressig, member of the Executive Board of SAP SE and initiator of the SAP Sustainability Summit. [7]

Wesentliche Argumente für die Transformation liegen auch in deren wirtschaftlichen Chancen. So entstehen beispielsweise in einer Circular Economy innovative Geschäftsmodelle. Kosteneinsparungen durch verringerte Anschaffungskosten und auch die Resilienz gegenüber Lieferkettenschwankungen durch Wiederverwendung von Ressourcen sind weitere Beispiele. Nachhaltiges Wirtschaften eines Unternehmens fördert zudem die Zufriedenheit der Mitarbeiter*innen, etwa hinsichtlich Betriebsklima und Arbeitgeberattraktivität.

Eine Studie des Club of Rome kam zu dem Schluss, dass bei einer gesamtwirtschaftlichen Umsetzung Materialeinsparungen durch Circular Economy Politiken und -Maßnahmen dazu beitragen könnten, die Treibhausgas-Emissionen jedes Landes um bis zu 70 Prozent zu reduzieren, während gleichzeitig die Zahl der Arbeitskräfte um vier Prozent steigt[8]. Auch die Europäische Kommission spricht im Zusammenhang mit der Circular Economy von bis zu 700.000 neuen Jobs bis 2030 innerhalb der EU[9].

Kernfrage

Wie gelingt Industrieunternehmen die Transformation zur Circular Economy?

Die Antwort auf eine derart umfassende Frage kann nur durch eine ebenso umfassende und daher ganzheitliche Betrachtung aller Handlungen und Interaktionen industrieller Unternehmen gefunden werden, um der o. g. ganzheitlichen Perspektive Folge zu leisten. Um diese verschiedenen und komplexen Interaktionen bestimmen zu können, bietet es sich an, „herauszuzoomen“ und sich Unternehmen als „Black Box“ vorzustellen und sich einen Überblick über deren Interaktionen zu verschaffen. Das „New St. Gallen Management Model“ [10] gibt hierzu eine anerkannte Übersicht und zeigt verschiedene Verknüpfungen eines Unternehmens. Die im St. Galler Modell definierten Kategorien sind hier vereinfacht dargestellt:

In dieser prozess- und ablauforientierten Sichtweise sind durch „Lieferanten“ und „Kunden“ bereits Produkte berücksichtigt. Die zentralen Wertschöpfungsprozesse der Unternehmen orientieren sich an Produkten. Unternehmen erwirtschaften durch den Absatz ihres Portfolios (bestehend aus Produkten und/oder Services) ihren Umsatz. Zudem ist der Umwelteinfluss eines Unternehmens in hohem Maße von der Umweltverträglichkeit der Produkte und dem Ressourcenverbrauch bei deren Herstellung abhängig. Daher wird in

diesem White Paper neben Prozessen auf Produkte als zweite Dimension der Betrachtung eingegangen.

Ausgehend von den beiden „klassischen“ Betrachtungsdimensionen Produkte und Prozesse stellt sich vor dem Hintergrund des Megatrends Digitalisierung und deren Anwendungsfällen wie Artificial Intelligence, Virtual Reality oder Industrial Internet of Things sowie des Anspruchs der ganzheitlichen und vor allem zukunftsgerichteten Betrachtung die Frage nach dem Stellenwert von Daten. Sowohl in Prozessen als auch in Produkten werden kontinuierlich Daten erzeugt und genutzt. Die Anzahl der Connected Devices wird sich im Vergleich zu 2018 bis 2030 von 22 auf 50 Mrd. Geräte mehr als verdoppeln[11]. Andere Quellen sprechen von mehr als 75 Mrd. Geräten. Bereits heute ist kaum ein Produkt ohne verbundene digitale Services marktfähig. Auf der Seite der Prozesse ist davon auszugehen, dass „Non digital“-Arbeitsschritte – oder Tätigkeiten, bei denen keine Daten generiert werden – im industriellen Kontext bald gänzlich der Vergangenheit angehören. Die Menge der jährlich weltweit generierten digitalen Daten wird Prognosen[12] zufolge 2025 bei 175 Zettabyte liegen (175 mit 21 Nullen). 2018 waren es noch 33 Zettabyte.

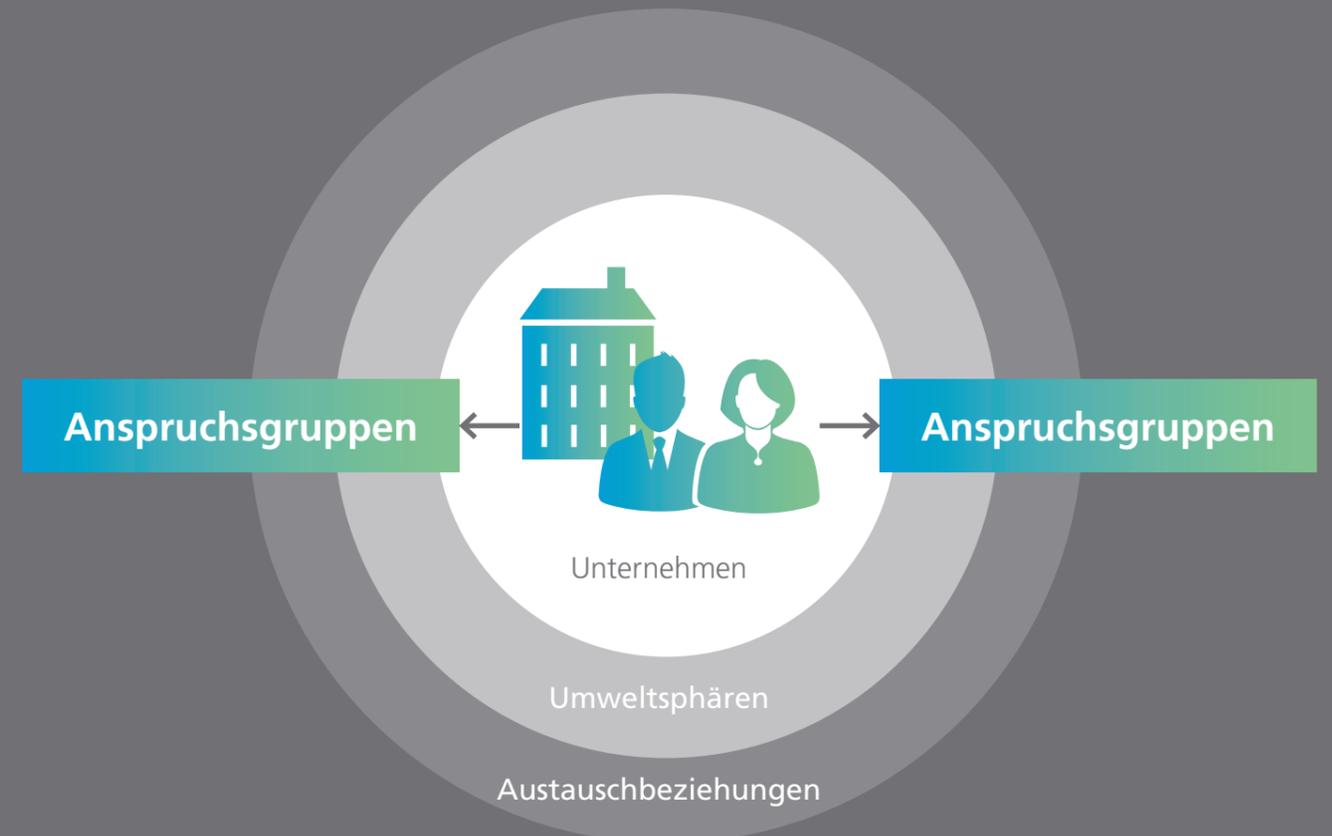
Durch die zunehmend digitalen und vernetzten Produktlebenszyklen müssen neben den Betrachtungsdimensionen Prozesse und Produkte daher Daten als dritte wesentliche, gleichwertige Betrachtungsdimension berücksichtigt werden.

These

Wir von MHP stellen daher die These auf, dass Daten und deren intensive Nutzung nicht nur Hilfsmittel, sondern durch ihre steigende Relevanz in Produkten und Prozessen die Enabler für die Transformation zur Circular Economy und für nachhaltiges Wirtschaften sind.

Im Zuge der ganzheitlichen Beantwortung der o. g. Kernfrage werden im Folgenden die drei Betrachtungsdimensionen Daten, Produkte und Prozesse vor dem Hintergrund der Transformation zur Circular Economy detaillierter betrachtet. Selbstverständlich überlappen sich diese drei Dimensionen im realen, operativen Arbeiten – sie dienen hier zur Sortierung und zum Transparentmachen der Zusammenhänge.

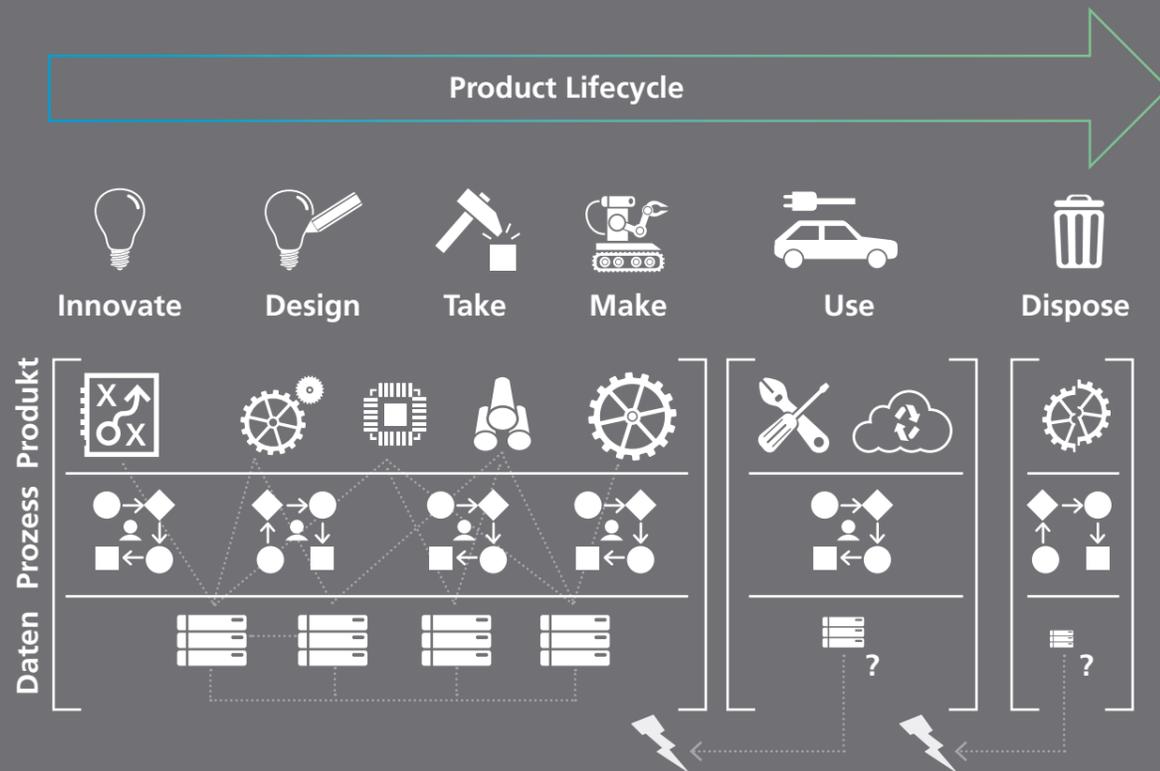
Unternehmen als Black Box – schematisch nach dem „New St. Gallen Management Model“



Das New St. Gallen Management Model gruppiert die Schnittstellen und Interaktionen eines Unternehmens in:

- **Umweltsphären** (Gesellschaft, Natur, Technologie, Wirtschaft),
- **Austauschbeziehungen** (Ressourcen, Normen und Werte, Anliegen und Interessen) und
- **Anspruchsgruppen** (Kapitalgeber, Lieferanten, Mitarbeitende, Staat, Konkurrenz, Öffentlichkeit).

Gegenüberstellung von linearem Wirtschaften und Circular Economy

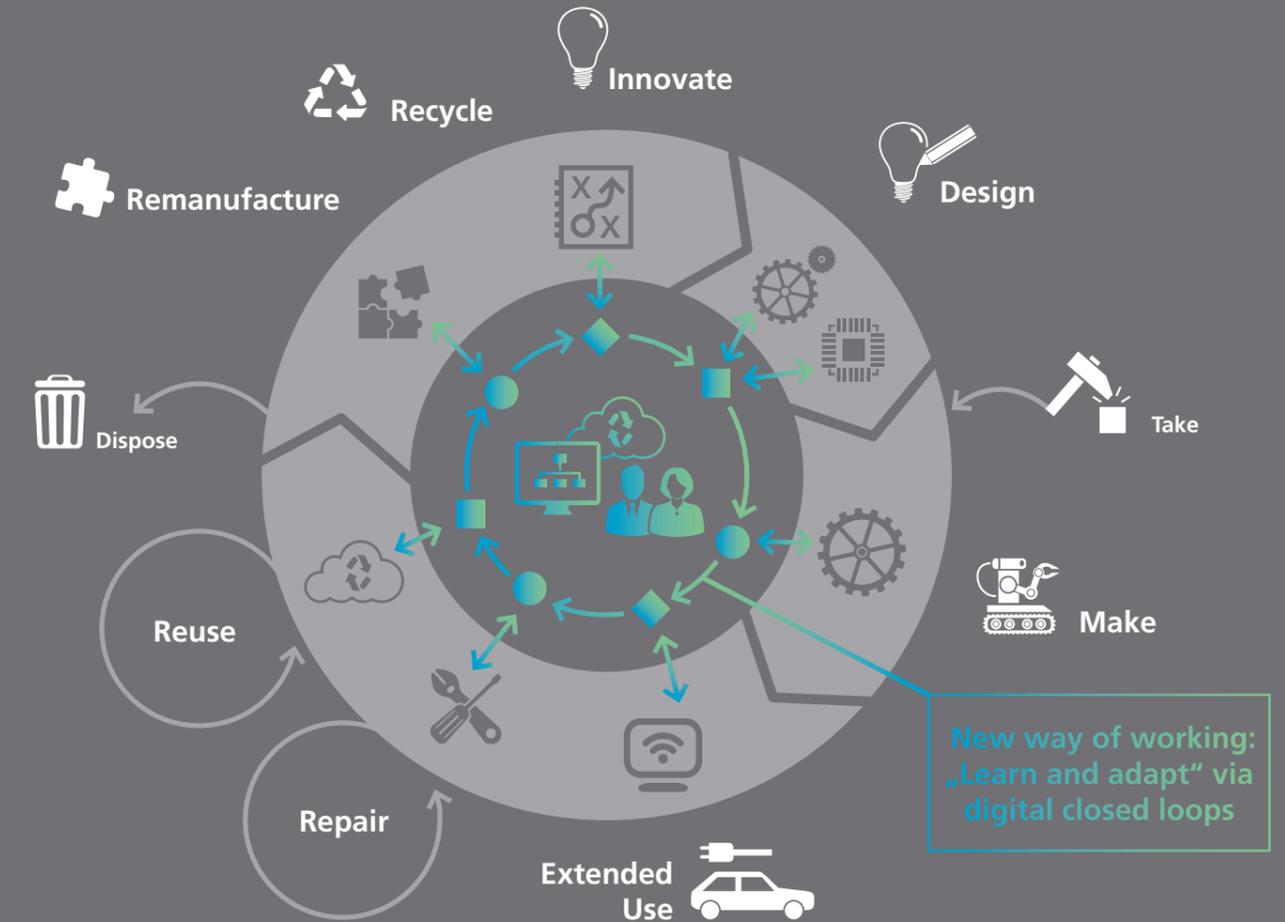


Lineares Wirtschaften

Die Abbildung zeigt lineares Wirtschaften anhand der drei Betrachtungsdimensionen Prozess, Produkt und Daten. Produkte werden entweder als Innovation oder als Nachfolger eines existierenden Produkts zur Serienreife entwickelt und hergestellt. Nach ihrer (je nach Produkt sehr unterschiedlichen) Nutzungsphase werden wertvolle Anteile der im Produkt verwendeten Rohstoffe nach wie vor nicht wiederverwendet, sondern landen meist, wenn auch über Umwege, auf Mülldeponien – mit entsprechenden Auswirkungen auf die Umwelt. Für neue Produkte müssen demnach wieder Primärrohstoffe gewonnen werden. Auf der Daten-ebene zeigt sich zudem, dass das Potenzial, Informationen aus der Nutzung der Produkte direkt aus den Produkten im Feld zu gewinnen, wenig oder

nicht vollständig ausgeschöpft wird. Zwar werden Anwendungsfälle wie Predictive Maintenance im Zuge der zunehmenden Konnektivität der Produkte immer öfter umgesetzt. Die gewonnenen Erkenntnisse werden dann aber zumeist auf die jeweiligen Produkte direkt angewandt – selten fließen die Erkenntnisse konsequent in die Phasen Innovation und Design (R&D) zurück.

Paradoxe Weise zeigt sich, dass, obwohl im tagtäglich in den Industrien verwendeten Begriff des Product Lifecycle die Idee eines zyklischen Modells verankert ist, die meisten Abläufe alles andere als zyklisch sind – sondern eben linear.



Digital Circular Economy

Durch geschlossene Datenkreisläufe entstehen „closed digital loops“. Daten ermöglichen dann das konsequente und kontinuierliche Lernen aus der Nutzung der Produkte, wenn diese Daten als Informationen im Zuge einer „Learn and Adapt“-Arbeitsweise für Verbesserungen und Updates von Produkten in allen Phasen des Lebenszyklus verwendet werden. Hierdurch kann beispielsweise die Nutzungsdauer von Produkten im Feld über Updates oder Instandsetzungen (Repair) verlängert, die richtigen Zeitpunkte für „Second Life“- (Reuse-) Ansätze identifiziert und Input in Innovation, Design und Produktion zurückgespeist werden. Die Nutzung der Daten in der Innovations- und Design-

phase erhöht die Wiederverwendbarkeit von Komponenten und Rohstoffen (Remanufacturing und Recycling). Der These folgend, dass Daten und deren intensive Nutzung nicht nur Hilfsmittel, sondern durch ihre steigende Wichtigkeit in Produkten und in Prozessen die unabdingbaren Enabler für nachhaltiges Wirtschaften und Circular Economy sind, stehen Daten als allgegenwärtige Drehscheibe im Zentrum, umgesetzt u. a. durch Cloud-Technologien, und sind die Basis für die „Digital Circular Economy“.

Dimension Daten



Neben der Zunahme an Daten beobachten wir im Zuge der Digitalisierung einen weiteren Trend: Daten werden für die kontinuierliche Verbesserung immer wertvoller. Wie oben dargestellt, entstehen Daten in der Produktentwicklung schon seit der Einführung der ersten Computer – auch wenn sich die Menge der Daten sowie die Art und Effizienz der Datennutzung massiv verändert haben (beispielsweise durch den Einsatz von 3D-Modellen).

Durch die Digitalisierung der Produkte entstehen in deren Nutzungsphasen immer mehr Daten. Die zunehmende Konnektivität und Funktionalitäten der Cloud-Technologien ermöglichen komplett neue Nutzungsmöglichkeiten dieser Daten – für Nutzer*innen, Betreiber und vor allem auch für die Hersteller des Produkts. Das Hauptinteresse der Hersteller liegt im Lernen aus den gewonnenen Nutzungsdaten – was bisher oft nur in bedingt realistischen und nicht kontinuierlich möglichen Tests bei der Serienentwicklung möglich war. Die gemachten Erkenntnisse können fortlaufend in die Verbesserung der Produkte (und Services) einfließen und Ideen für neue Produkte (bspw. neue Varianten oder komplett neue Portfolio-segmente) liefern. Das Umsetzen solcher „Lernen und Adaptieren“-Arbeitsweisen bedingt das Vorhandensein von digitalen Zwillingen und das Einfließen der gewonnenen Erkenntnisse in „closed digital loops“.

Digitale Zwillinge

Die Idee des digitalen Zwillings wurde in weiten Teilen in den frühen 2000er Jahren von Michael Grieves

und anderen entwickelt. Sie zielt darauf ab, auf Basis von Echtzeitdaten Echtzeitrepräsentationen von physischen Entitäten wie Produkten zu erstellen, die relevante Eigenschaften widerspiegeln, ohne dass die tatsächliche physische Entität analysiert werden muss. Im Jahr 2016 definierten Grieves und Vickers[13] den digitalen Zwilling wie folgt: „Der digitale Zwilling ist ein Satz virtueller Informationskonstrukte, der ein potenzielles oder tatsächliches physisches Fertigungsprodukt (...) vollständig beschreibt. Im Optimalfall kann jede Information, die durch die Inspektion eines physisch hergestellten Produkts gewonnen werden kann, aus seinem digitalen Zwilling gewonnen werden.“ Für Industrieunternehmen liegt massives Geschäftspotenzial im Auswerten der durch digitale Zwillinge gewonnenen Daten und dem „Lernen und Adaptieren“ – also im Verwerten der Informationen durch Anwendung in Innovationsprozessen oder beim laufenden Weiterentwickeln des Portfolios. Wir erkennen hier also auch einen Trend von der Sequenz zum Kreislauf. Die Grundvoraussetzungen dafür liegen in der Gestaltung der entsprechenden Prozesse und dem Technologie-Setup der Unternehmen.

Steuerungsgrößen

Eine weitere, auch in den beiden anderen Betrachtungsdimensionen Prozess und Produkt wichtige Thematik stellen Berichts- und Steuerungsgrößen in industriellen Prozessen dar. Diese stellen Daten dar, die in den Abläufen entstehen oder erhoben werden und aufgrund derer Entscheidungen getroffen werden und

Freigaben erteilt werden. Im Wesentlichen folgen die Steuergrößen in den Entwicklungsbereichen nach wie vor der Relation aus Zeit, Kosten und Qualität. Der Einfluss auf den Ressourcenverbrauch oder andere nachhaltigkeitsorientierte Kennzahlen sind in der industriellen Realität der firmeninternen Berichtswege noch nicht als zentraler Aspekt angekommen. Allerdings enthält auf Unternehmensebene die Berichterstattung zunehmend KPIs zu den ökonomischen, ökologischen und sozialen Auswirkungen. Zwei verbreitete Frameworks hierfür liefern die Global Reporting Initiative[14] oder der Deutsche Nachhaltigkeitskodex[15], nach deren Richtlinien mehr und mehr Industrieunternehmen berichten: Die Anzahl der Nachhaltigkeitsberichte nimmt deutlich zu: Von den 100 größten deutschen Unternehmen veröffentlichten bereits in 2018 69 einen eigenständigen Nachhaltigkeitsbericht oder einen integrierten Geschäftsbericht[16]. Daher ist es notwendig, derartige KPIs auch in die Reportings innerhalb der Unternehmensbereiche zu integrieren. Auch lässt sich erkennen, dass vor allem die korrekte Berechnung der Emission von Treibhausgasen, z. B. in der Produktion oder durch die Lieferkette, zunehmend Beachtung erfährt.

Dem Grundsatz „man kann nur managen, was man messen kann“ zufolge zeigt sich, dass Daten tiefe Kenntnisse zu den Geschäftsprozessen liefern und Produktportfolios vollständig abbilden können, sofern die richtigen Systeme, Abläufe und Logiken im Unternehmen etabliert sind. Diese Kenntnisse werden bei der Transformation hin zu Nachhaltigkeit eine zunehmende Rolle spielen – auch hier durch immer detailliertere Berichtspflichten und Regularien. Allerdings

stellt nach Aussage des Umweltbundesamts die eingeschränkte Verfügbarkeit und Qualität der Daten bei der Durchführung von Projekten zur Ökobilanzierung nach wie vor ein Problem dar[17].

Nicht nur innerhalb von Unternehmen spielen Daten und deren Wert als Information eine immer wichtigere Rolle, sondern auch in der Zusammenarbeit mit Zulieferern und Partnerunternehmen. Dies folgt dem oben beschriebenen Ansatz von Ganzheitlichkeit über Unternehmensgrenzen hinweg. Um die positiven Effekte einer Circular Economy umzusetzen, muss die Gesamtheit der industriellen Materialflüsse betrachtet und transformiert werden. Daher müssen alle an einem kreislaufforientierten Wirtschaften beteiligten Unternehmen wie Rohstoff-, Komponenten- und Systemlieferanten, OEMs und Recycler betrachtet werden. Die aktuell viel beachtete und durch die Politik geförderte Initiative Catena-X, „soll einen standardisierten Austausch von Daten über die Lieferketten ermöglichen. Die Industrie will (...) dafür sorgen, dass die Nachhaltigkeitsziele erfüllt werden – dafür ist mehr Transparenz notwendig“[18].

Digitale Technologien können dazu beitragen, dass Deutschland bis zum Jahr 2030 die Hälfte seiner Klimaziele erreicht, macht die im Auftrag des Digitalverbands Bitkom erstellte Studie „Klimaeffekte der Digitalisierung“ deutlich[19]. Hierfür ist eine ganzheitliche Umsetzung nötig, die nun in den beiden weiteren Betrachtungsdimensionen Produkt und Prozess vertieft behandelt werden soll.

Sustainability is not a ,nice to have', in contrary: I would say it's a license to operate and gaining, quarter by quarter, relevance. And we've completely integrated it in our financial reporting.

Dr. Nicolas Peter, BMW AG [20]



Dimension 2

Produkt



In der gezeigten Abbildung „Digital Circular Economy“ (s. Seite 14) spielt das Produkt eine wichtige Rolle für nachhaltiges Wirtschaften, vor allem im Hinblick auf den Werterhalt von Produkten, Komponenten und Materialien während ihres gesamten Lebenszyklus[21]. Für produzierende Industrien, die mit den Herausforderungen der Ressourcenknappheit und Umweltbelastungen konfrontiert sind, ist es wichtig, wie in dem bereits genannten Schema der Circular Economy, Ressourcen in Produktions- und Verbrauchsprozessen zu reduzieren, wiederzuverwenden und wiederzugewinnen.

Kreislauffähige Produkte

Der Übergang zu einer Kreislaufwirtschaft, wie auf Seite 13 einleitend dargestellt, erfordert grundlegende Veränderungen der Produktions- und Konsumsysteme. In der Produktion geht es darum, den Materialkreislauf hin zu einer nachhaltigen Beschaffung zu bewegen, wie z.B. durch das Nutzen erneuerbarer, biologisch abbaubarer Rohstoffe. Auch die Materialeffizienz ist ein wichtiger Bestandteil, genauer die Funktion und

das Design der Produkte, um „mit weniger mehr zu schaffen“. Mehr als 80 Prozent des Umwelteinflusses von Produkten wird in der Designphase definiert[22]. Zu dem daraus resultierenden Smart-Produktdesign gehört das modulare Design, um Produkte leichter reparieren, wiederaufbereiten und aufrüsten zu können. Wenn nur ein Teil eines Produkts entfernt werden kann, lässt es sich leichter zerlegen, wodurch die Kosten und der Aufwand für den Austausch von Komponenten bei Schäden sinken[23]. Kreislauffähige Produkte bieten zudem den Vorteil einer reduzierten Abhängigkeit von oft aus sozialen Gesichtspunkten kritischen Beschaffungswegen und von Effekten wie Preissteigerungen oder sinkender Verfügbarkeit von Materialien. Aus ökologischer Perspektive reduzieren kreislauffähige Produkte zudem die Gefahr von Umweltschädigungen durch Austritt von nicht wiederverwendeten oder wieder aufbereiteten Chemikalien (z. B. Batterieflüssigkeiten).

Es existieren bereits verschiedene Ansätze, wie z. B. der Material Circularity Indicator (MCI), um die Kreislauffähigkeit messbar zu machen und zu steuern. Dabei werden die Produktkomponenten ermittelt, die

die Kreislauffähigkeit beeinflussen. Dieser MCI kann als Kriterium und Input für Designentscheidungen bei der Gestaltung neuer Produktarchitekturen verwendet werden – er ermöglicht auch einen Vergleich von Produkten. Ein weiterer positiver Aspekt ist, dass derartige Steuerungsgrößen dazu verwendet werden können, die Ergebnisse der Kreislaufbewertung zu dokumentieren und zu reflektieren. Genauso lassen sich Aktionspunkte zur Verbesserung des Kreislaufniveaus des Produkts durchführen, wie z. B. das Festlegen von Mindestkriterien für Designer*innen hinsichtlich der Kreislauffähigkeit – sowohl für neue Produkte als auch für die Weiterentwicklung von Produkten mit dem Ziel, sie künftig kreislauffähiger zu gestalten[24].

Umstellung von Produkten auf Servicedienstleistungen

Die Kultur des Besitzes verschiebt sich hin zur temporären Nutzung von Produkten. Damit einher geht die Verlagerung von produktbasierten zu dienstleistungsbasierten Geschäftsmodellen wie „Product- as

a Service“, bei denen Produkte nicht von den Kunden erworben werden, sondern über Serviceverträge (Pay-per Use) pro Nutzen oder Zeit abgerechnet. Diese Geschäftsmodelle sind deutlich ressourcenschonender, da in Summe weniger neue Produkte hergestellt werden. Die intensivere und flexiblere Nutzung generiert aber zusätzliche Umsätze. Die Kreislauforientierung wird durch den Verbleib der Produkte im Besitz des Herstellers in diesen Geschäftsmodellen anhand einer Rückführung der Materialien (beispielsweise Remanufacture, Recycling) am End of Life deutlich erleichtert.

Ein weiterer Schritt in Richtung Circularity findet politisch auf EU-Ebene statt: Die Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD) definierte eine EPR („Extended Producer Responsibility“), die eine Herstellerverantwortung für die Kreislaufführung von Produkten fordert und den Lebenszyklus eines Produkts auf die Nach-Verbraucher-Phase ausdehnt. Hersteller sind demnach für das Sammeln oder die Rücknahme von gebrauchten Gütern sowie für deren Sortierung und Behandlung für ein späteres Recycling verantwortlich.

Dimension 3

Prozess



Das Prinzip des zirkulären Arbeitens ist weder neu noch außerordentlich disruptiv. Wird der Begriff „zirkulär“ durch „iterativ“ ersetzt, entsteht ein bekanntes Bild von Feedbackschleifen, Sprints und Wiederholungen. Allerdings sind iterative nicht mit zirkulären Arbeitsweisen gleichzusetzen. Vielmehr ist die iterative Arbeitsweise ein Teilaspekt einer zirkulären Wertschöpfung, deren prozessuale Komponente wir in diesem Abschnitt näher beleuchten.

Auch im Jahr 2021 laufen innerhalb von Industrieunternehmen die meisten Prozesse linear ab. Dies betrifft nicht nur die dokumentierten Abläufe in der unternehmensweiten Prozesslandschaft, sondern auch alltägliche Arbeitsweisen, Routinen und Schattenprozesse. Ist die durchgängige und vollständige Datenlandschaft, z.B. durch den Einsatz digitaler Zwillinge, im Unternehmen etabliert, ergeben sich für die Prozesslandschaft neue Potenziale, um die Effizienz und Suffizienz der Wertschöpfung zu steigern. Dabei ist auch bei Prozessen die Transparenz besonders wichtig – analog zur Datenlandschaft.

Wie in der Abbildung „Digital Circular Economy“ (s. Seite 14) dargestellt, ist die Rückführung von Daten aus der Produktion, dem Feld, aus Nutzungsprofilen und von Kund*innen etc. inhärenter Bestandteil der zirkulären Arbeitsweise. Die Verwertung dieser Daten erlaubt Rückschlüsse, die der Optimierung des Produktes oder Services dienen. So können Aspekte der

späteren Verwertung des Produkts (Reuse, Repair, Remanufacturing, Recycle) bereits bei der Produktentwicklung berücksichtigt werden (Design for R). Voraussetzung hierfür ist, dass die Prozesslandschaft die Aufnahme und Verarbeitung dieser Daten ermöglicht bzw. erzwingt. Dafür ist es entscheidend, dass alle Prozesse beschrieben sind und die tatsächliche Arbeitsweise auch dieser Dokumentation entspricht. Zusätzlich müssen die bestehenden Prozesse an eine flexiblere, zirkuläre Arbeitsweise angepasst werden. So ist insbesondere die stärkere Integration von neuen Rollen wie Lieferanten, Behörden, MRO-Dienstleistern (Maintenance, Repair, Overhaul) und Kund*innen in die Daten- und Prozesslandschaft zwingend notwendig:

Lieferanten

Die stärkere Integration von Lieferanten und MRO erlaubt es, eine resilientere Lieferkette aufzubauen und sichert Unternehmen so gegen exogene Schocks ab (Ereignisse, die außerhalb des eigenen Systems entstehen, aber Auswirkungen auf das eigene System haben, z.B. Pandemien).

Kund*innen

Durch die zirkuläre Arbeitsweise verschwimmt bei Unternehmen die Grenze zwischen Kund*innen und Lieferanten, da die Kund*innen das Unternehmen ver-

sorgen – entweder mit Daten oder mit Material aus der Wiederverwendung, Reparatur oder dem Recycling bereits verkaufter Produkte. Kund*innen helfen somit mit, Produkte weiterzuentwickeln und Geschäftsmodelle zu optimieren. Daher ist die richtige Einbindung der Kund*innen ein entscheidender Faktor für eine erfolgreiche Implementierung einer zirkulären Arbeitsweise – und zwar nicht nur einmalig, wie z.B. in Produktkliniken, sondern kontinuierlich.

Circular Economy verändert aber nicht nur bestehende Prozesse, sie erfordert neue, wie z.B. Repair & Recycling-Prozesse, und macht dafür andere Abläufe teilweise obsolet, z.B. die Verschrottung.

Die durch Circular Economy entstehende Transparenz in der Prozesslandschaft erlaubt nicht nur die Optimierung des Produkts, sondern auch der Prozesse an sich. Nicht wertschöpfende Tätigkeiten verursachen für Unternehmen erhebliche Kosten. Aufgrund immer komplexer werdender Produkte würden sich diese Effekte zukünftig in einer linearen Arbeitsweise verstärken. In einer zirkulären Arbeitsweise ist die Effizienz und der Anteil der wertschöpfenden Tätigkeiten im Prozess von besonderer Bedeutung, da Prozesse im Laufe eines Produktlebenszyklus häufig mehrfach durchlaufen werden. Durch die „Learn and Adapt“-Vorgehensweise werden Produkte und Prozesse regelmäßiger und häufiger verbessert. Die Transformation von einer linearen zu einer zirkulären Wert-

schöpfung verändert die gesamte Prozesslandschaft im Unternehmen. Auf diese Veränderung muss sich das Unternehmen auch organisatorisch vorbereiten. Da die meisten organisatorischen Strukturen eine lineare Arbeitsweise abbilden, müssen hier Anpassungen vorgenommen werden und ein Cultural Change im Unternehmen etabliert werden. Das betrifft beispielsweise die Etablierung neuer Rollen oder das Schaffen von Metriken und Kennzahlen (basierend auf der aktuellen Datenlandschaft), um die Zirkularität bzw. die damit angestrebte Effektivität messbar und transparent zu machen.

Auch Berufseinsteiger*innen und Arbeitnehmer*innen wollen sich stärker mit ihrem Arbeitgeber identifizieren und achten bei der Jobsuche vermehrt auf Nachhaltigkeit. In einer Online-Umfrage von StepStone gaben 76 Prozent der befragten Arbeitnehmer*innen an, dass Nachhaltigkeit bei ihrem Arbeitgeber einen hohen Stellenwert einnehmen sollte [26]. Durch zirkuläres Wirtschaften steigern Unternehmen also auch ihre Attraktivität als Arbeitgeber und sichern sich einen entscheidenden Vorteil im War for Talents.

Zwischenfazit und Beispiele

Die Betrachtung der Transformation hin zu einer „Digital Circular Economy“ anhand der drei Dimensionen zeigt zwei Potenziale: Zum einen ist es essentiell, Daten als Informationen in einem zirkulären Ansatz zu nutzen, zum anderen müssen vorhandene Technologien wie Plattformsätze oder Cloud-Technologien zu einem Bestandteil der Transformation werden.

Anhand von zwei aktuellen Beispielen wird nun demonstriert, wie die Transformation zu nachhaltigem Wirtschaften gelingen kann – vorausgesetzt sie erfolgt ganzheitlich und berücksichtigt die drei Dimensionen Daten, Produkt und Prozess.

Beispiel 1: Hochvoltpeicher

Wir befinden uns mitten in der Mobilitätswende. Unsere Mobilität wird nachhaltiger, flexibler und vielseitiger – und das in rasanter Geschwindigkeit. Dabei spielen Elektromobilitätsthemen eine zentrale Rolle, vor allem die dafür benötigten Energiespeicher. Hochvoltbatterien sind einer der wichtigsten und spannendsten Aspekte der Mobilitätswende. Sie sind in Form von Lithium-Cobaltdioxid Akkumulatoren erst seit den 1980er Jahren bekannt und werden seither stetig weiterentwickelt.

Herausforderungen

Die Herausforderungen im Zusammenhang mit Batterien sind vielfältig. Neben der vergleichsweise geringen Erfahrungsgrundlage ist dabei besonders die komplizierte Alterung der Batterien hervorzuheben, die in Abhängigkeit von Nutzung, Umgebungsparametern, Batteriedesign und Aspekten der Produktion

unterschiedlich verlaufen kann und für jede einzelne Batterie stets individuell zu bestimmen ist. Hinzu kommen Themen wie Gefahren im Schadensfall, ein hoher Umwelteinfluss, eine schwierige Diagnostik des Ist-Zustandes und ein teures Recycling.

Zudem sind Batterien nicht ohne weiteres zu tauschen, eignen sich aber nach der Verwendung im Fahrzeug oft noch für andere Verwendungen im Sinne einer Circular Economy. Letzteres setzt jedoch eine sehr genaue Prüfung jeder einzelnen Batterie voraus. Die Verwendung von Hochvoltbatterien in Fahrzeugen erfordert also vollkommen neue und vor allem ganzheitliche Vorgehensweisen im Hinblick auf die Dimensionen Produkt, Prozess und Daten – entlang des gesamten Lebenszyklus der Batterie. Es gibt bereits verschiedene Konzepte – aus heutiger Sicht erscheint aber der Ansatz des digitalen Zwillings am vielversprechendsten und zukunftsweisendsten. Zu jeder einzelnen Batterie werden alle relevanten Daten zentral und nahezu in Echtzeit gesammelt, um jederzeit ein akkurates und möglichst vollständiges virtuelles Abbild der realen Batterie zu erstellen. Wichtig ist dabei, dass es sich nicht nur um eine einfache Zusammenstellung aller gesammelten Daten handelt. Sie werden vielmehr so interpretiert, dass ein Abbild im Sinne einer digitalen Simulation entsteht. Diese Simulation kann einerseits dazu verwendet werden, den Ist-Zustand der Batterie festzustellen, aber vor allem auch dazu, potenzielle Zukunftsszenarien zu simulieren und den Betrieb der Batterie wirtschaftlich und im Hinblick auf Nachhaltigkeit zu optimieren.

Die sich aus dem Ansatz des digitalen Zwillings ergebenden Use Cases sind sehr vielfältig. An dieser Stelle wird nur eine Auswahl von vielen möglichen Beispielen genannt:

„Die Transformation hin zu nachhaltigem und profitabilem Wirtschaften über Circular Economy wird gelingen, wenn sie ganzheitlich und als neue Arbeitsweise gelebt und über die Betrachtungsdimensionen Produktportfolio, Prozesse und Daten hinweg integrativ umgesetzt wird – als Digital Circular Economy.“

Nikolas Bradford
Head of Sustainability Services, MHP

First Life

Anhand des digitalen Zwillinges kann das optimale Betriebskonzept für eine spezifische Batterie unter den gegebenen Nutzungs- und Umweltumständen errechnet werden. „Over the air“ lässt sich das Konzept in das Batteriemanagementsystem des Fahrzeugs übertragen. Ändern sich Nutzungs- und Umweltumstände, wird so das Batteriemanagement nahezu in Echtzeit angepasst – mit positivem Effekt auf die Performance und Langlebigkeit der Batterie. Die Kenntnis über den aktuellen Zustand der einzelnen Zellen der Batterie ermöglicht auch Predictive Maintenance, die vorausschauende Reparatur, bevor es zu Schäden und Ausfällen kommt. Je nach Umfang der Reparatur werden hier die Potenziale der „Design for R“-Prinzipien Repair und Remanufacture ersichtlich. Ausschöpfen ließe sich dieses Potenzial durch eine Konstruktion, die eine vereinfachte Zugänglichkeit zu den Batteriemodulen und -zellen ermöglicht. Ein Aspekt, der bis dato in der Entwicklung und Produktion von Batterien selten Berücksichtigung findet.

Diese Beispiele sind ein wesentlicher Anwendungsfall von Circular Economy – die Verlängerung des First Life. Mit positiven wirtschaftlichen Effekten für Hersteller und Kund*innen bzw. Nutzer*innen, indem bspw. Aufwände und Kosten für die Wartung reduziert werden.

Als Beispiel einer kreislauforientierten „Learn and Adapt“-Arbeitsweise kann durch konsequentes Lernen aus den Betriebsdaten der Batterien aggregiertes Wissen an die R&D-Abteilung zurückgeführt werden. Die bestehenden Nutzenprofile lassen sich so anpassen oder erweitern. Neben dem Einspeisen in bereits aktive Fahrzeuge können die neuen Daten vor allem für künftige Fahrzeuge einen neuen Auslieferungszustand definieren. So könnten Unternehmen aufgrund des starken Einflusses von Faktoren wie der Temperatur auf die Performance und Langlebigkeit einer Batterie entsprechend der Klimabedingungen des Ziellandes temperaturabhängige Nutzenprofile in die Fahrzeuge einspeisen.

Second Life

Erreichen Batterien mit zunehmendem Alter nur noch einen zu geringen Anteil ihrer ursprünglichen Kapazität, sind sie nicht mehr leistungsfähig genug, um in Fahrzeugen betrieben zu werden. Allerdings können sie durchaus in anderen Anwendungen weiterverwendet werden – beispielsweise zur Speicherung von Energie aus einer Photovoltaikanlage. Die Kapazität und Leistung spielen hier im Vergleich zur Verwendung im Fahrzeug nur eine untergeordnete Rolle. Es

stellt sich aber die Frage, wie sicher eine derartige Batterie betrieben werden kann und ob die weitere Nutzung wirtschaftlich sinnvoll ist. Hier kann der digitale Zwillings Klarheit schaffen. Ohne hohen diagnostischen Aufwand stellt er den Ist-Zustand der Batterie dar und kann im Sinne eines Batteriepasses angeben, ob eine spezifische Batterie geeignet ist. Aufgrund der schwierigen Bestimmung des Ist-Zustandes einer Batterie gilt dies für nahezu alle Betriebskonzepte von Batterien im Sinne einer Circular Economy. Auch hier ermöglicht das Wissen zum aktuellen Batteriezustand das Ausschöpfen der Potenziale des „Design for R“-Prinzips Reuse, um das „Ob“ und das „Wann“ des Übertritts vom First zum Second Life abzuschätzen und ausloten zu können, welche Reparaturen eventuell bspw. auf Zellebene anfallen. Mit zunehmendem Wissensstand und der Vorhersagbarkeit eines Second-Life-Übergangs ermöglichen Daten auch neue Geschäftsmodelle.

Fazit

Robuste Ansätze in der Datenstrategie, im Datenmanagement und in der Datenanalyse sind essenziell für die Circular Economy. Bei der Verwendung von Batterien ist die Digitalisierung mit der wichtigste Treiber für mehr Nachhaltigkeit. Für diese besonders wertvolle Komponente ermöglichen Daten und deren Nutzung als Information, die Potenziale der Design for R-Prinzipien zu steigern.

Beispiel 2: Kunststoffe

Im zweiten Beispiel widmen wir uns einem Thema, das durch seinen direkten Bezug zur Erdölförderung und zur Umweltverschmutzung weltweit starke Aufmerksamkeit auf sich zieht: Kunststoffe. „Das Wissen um Mikroplastik in den Ozeanen ist weit verbreitet. Was nur wenige wissen: Die Verschmutzung von Böden und Binnengewässern ist je nach Umgebung zwischen vier- und 23-mal so hoch wie im Meer“ [27]. Das Recycling von Kunststoffen ist ein Ansatz, um diesem Problem zu begegnen.

Herausforderungen

Kunststoffe sind als Bestandteil unseres Lebens so omnipräsent, dass wir uns über deren Verfügbarkeit und Endlichkeit kaum Gedanken machen – von der Kleidung aus synthetischen Materialien über Verpackungen bis hin zu Smartphones. Auch Automobile bestehen zu etwa 12 bis 15 Prozent aus Kunststoff [28]. Da die meisten Kunststoffe aus fossilen Rohstoffen erzeugt werden, ist deren Verfügbarkeit endlich. Doch nicht nur die Erzeugung von Kunststoffen ist proble-

matisch, sondern auch deren Entsorgung. Die Konsequenzen reichen von Mikroplastik in der Nahrung und Giftstoffen in Böden bis zu Treibhausgas-Emissionen durch die Müllverbrennung. Dementsprechend ist in den letzten Jahren auch das Bewusstsein der Endverbraucher*innen für nachhaltigere Produkte gewachsen. Einem Großteil dieser Konsequenzen kann durch eine zirkuläre Wertschöpfung in Form von Kunststoff-Recycling begegnet werden. Dabei werden Primärkunststoffe durch recycelte Kunststoffe (Kunststoffrezyklate) ersetzt.

First Life

Kunststoffe bzw. Compound-Werkstoffe finden wegen ihrer unterschiedlichen Materialeigenschaften, z. B. bei Gewicht, elektrischer Leitfähigkeit bzw. Abschirmung, akustischer Dämpfung, Infrarot-Transparenz etc., breite Anwendung in der Produktion. Dementsprechend nimmt deren Bedeutung für Industrie und Konsumgüter stetig zu. Die Eigenschaften von Kunststoffrezyklaten unterscheiden sich bei der richtigen Aufbereitung nur noch unwesentlich von denen der Primärwerkstoffe. Da die Gewinnung und Entsorgung von Primärwerkstoffen sehr kostenintensiv sind, kann der Einsatz von Rezyklat auch aus wirtschaftlichen Gesichtspunkten sinnvoll sein. Dafür ist aber ein Umdenken in der Produktentwicklung notwendig. Zunächst muss eine Prozess- und Datenlandschaft implementiert werden, die eine Erfassung, Verfolgung und Erhöhung von Kennzahlen wie Rezyklatanteil, Anzahl Recyclingzyklen im Material etc. ermöglicht. Auf Basis dieser Daten können dann Zielwerte und messbare Kriterien, wie z. B. der prozentuale Anteil von Rezyklaten im Produkt oder die Quote an recycelten Produktionsabfällen, definiert werden. Im Anschluss daran können Designrichtlinien in der Entwicklung implementiert werden, die einen Einsatz von Kunststoffrezyklaten erleichtern – beispielsweise durch einfachere Trennung verschiedener Materialien im Produkt in Form einer Differentialbauweise oder durch die Auslegung von Komponenten in einer Art, dass auch Kunststoffrezyklate die notwendigen Anforderungen erfüllen können (Design for R). Im Idealfall werden diese Kennwerte, Daten und Designvorgaben ganzheitlich in die unternehmensweiten Circular Economy-Konzepte integriert – so können Unternehmen noch größere Synergieeffekte erreichen.

Second Life

Die tatsächliche Erhöhung des Kunststoffrezyklat-Einsatzes kann über verschiedene Wege erfolgen. Grundsätzlich sollten dabei möglichst viele Ansätze kombiniert werden:

1. Recycling von Produktionsabfällen

Während der Produktion entstehen ggf. Kunststoffabfälle, z. B. durch Verschnitt oder Ausschuss. Diese Abfälle zu verschrotten oder nur als Brennstoff zu verkaufen, wäre eine Verschwendung zu Lasten der Umwelt. Durch die etablierten Circular Economy-Ansätze in der Produktentwicklung und Produktionsplanung können Unternehmen diese Abfälle praktikabel trennen und die gewonnenen, sortenreinen Kunststoffe entweder der ursprünglichen Produktion im geschlossenen Kreislauf oder einer anderen Verarbeitung im offenen Kreislauf zuführen.

2. Einkauf von Near-to-prime- statt Prime-Kunststoffen

Bereits in der Beschaffung kann der erhöhte Einsatz von Rezyklaten berücksichtigt werden. Bestenfalls erfüllen Kunststoffrezyklate alle Anforderungen an ein Bauteil und sind dabei kostenneutral oder teilweise sogar günstiger zu beschaffen. Hierfür ist in vielen Fällen ein engerer Austausch zwischen Produktentwicklung und Beschaffung zu etablieren, da der Einkauf von Werkstoffen künftig nicht mehr auf einer Materialbezeichnung, sondern einer Sammlung von Materialeigenschaften basiert. Durch das etablierte Zielwertesystem werden Anreize für Mitarbeiter*innen geschaffen, offen für neue Werkstoffe zu sein und den Konsens zwischen ökologischen und ökonomischen Werkstoffen zu suchen.

3. Verwertung von End-of-Life-Abfällen

Auch nach Ende des Produktlebenszyklus bieten Produkte ein großes Potenzial hinsichtlich der Aufbereitung von Werkstoffen, insbesondere bei Kunststoffen. Dafür sind allerdings neue Betriebskonzepte notwendig, die es erlauben, Produkte am Ende ihres Lebenszyklus entweder von Kund*innen zurückzukaufen oder sie während des Lebenszyklus im Besitz des Herstellers zu lassen. Die Anpassung des Geschäftsmodells, wie z. B. durch die Umstellung vom Verkauf pro Stück hin zum Verkauf des Nutzens eines Produkts, kann dabei ein wesentlicher Schritt zur Entwicklung kreislauffähiger Produkte und Dienstleistungen sein.

Fazit

Für den vermehrten Einsatz von Kunststoffrezyklaten als ökonomischer und ökologischer Wettbewerbsvorteil gibt es verschiedene Ansätze und Methoden. Eine transparente Prozess- und Datenlandschaft und die Verankerung des Themas im Geschäftsmodell, in Produktstrategie und Prozesssteuerung sind dafür aber für alle Methoden die notwendige Voraussetzung.

Primärkunststoffe (auch: virgin plastics) sind unbearbeitet – abgesehen von den zur Gewinnung nötigen Schritten. Sie bieten die besten Werkstoffeigenschaften („prime“).

Kunststoffrezyklate bezeichnen recycelte Kunststoffe, bei denen bereits verwendete Kunststoffe durch mechanische und chemische Verfahren aufbereitet werden. Die Eigenschaften der Rezyklate reichen bei richtiger Verwertung an die der Primärkunststoffe („near to prime“) heran, sind durch die aufwendigen Recyclingverfahren zur Herstellung jedoch häufig teurer als Primärkunststoffe.

Quelle: <https://www.umweltbundesamt.de/kunststoffe>



Zusammenfassung

Circular Economy verbessert Portfolios und industrielle Arbeitsweisen – im Unternehmen, an dessen Schnittstellen und hinsichtlich der Produkte und Services „im Feld“. Um diese weitreichende Transformation in beherrschbare und somit machbare Elemente unterteilen zu können, braucht es als künftig nicht mehr wegzudenkenden Bestandteil aller industriellen Überlegungen und Vorgänge eine ganzheitliche Betrachtung sowie eine integrierte Umsetzung bei den Betrachtungsdimensionen Prozesse (Abläufe, Interaktionen und Organisationen), Produkte (Portfolios) und Daten (Informationen). Ferner haben wir mit diesem White Paper dargestellt, dass sich durch die „Datenwelt“ und allem, was die Digitalisierung bis dato bereitgestellt, bereits heute Use Cases für Circular Economy umsetzen lassen.

Nachhaltigkeit als Ziel und Circular Economy als Lösung finden sich zunehmend in den Unternehmensstrategien, laut Oxford Dictionary definiert als „genauer Plan für ein Verhalten, der dazu dient, ein Ziel zu erreichen, und in dem man alle Faktoren von vornherein einzukalkulieren versucht“. Als „Faktoren“ für deren Umsetzung haben wir drei Betrachtungsdimensionen vorgeschlagen, die alle Zusammenhänge im Kontext industrieller Produkte und deren Lebenszyklen abbilden. Die angeführten Beispiele zeigen, dass alle drei Dimensionen gleichwertig bzw. integriert in einer Circular Economy Umsetzung betrachtet werden müssen. Zudem machen sie deutlich, dass in einer zunehmend digitalen und vernetzten Welt ohne die richtige und konsequente Nutzung von Daten die Potenziale der Circular Economy nicht oder nicht ausreichend umgesetzt werden können. Die Herleitung über Daten, Prozess und Produkt soll es Industrieunternehmen ermöglichen, einfacher Anknüpfungspunkte für ihre Transformation zu finden.

Zusammenfassend wollen wir fünf positive Effekte festhalten, die durch ganzheitliches Umsetzen einer Digital Circular Economy erreicht werden:

1. Durch lineares Wirtschaften verlieren Unternehmen bereits früh im Produktlebenszyklus die Kontrolle über die eigenen Produkte. Circular Economy ermöglicht den Zugriff auf die eigenen Produkte bzw. Services über den kompletten Produktlebenszyklus.

2. Der zunehmende Wunsch der Kund*innen nach nachhaltigen Produkten und Services zwingt Unternehmen, sich mit innovativen zirkulären Geschäftsmodellen zu beschäftigen. Beispiele wie Second-Life-Ansätze, Product-as-a-Service sind dabei Schlüssel zur langfristigen Bindung von Kund*innen. Dies stärkt das Vertrauen in Marken und Unternehmen und ebnet den Weg für eine nachhaltige, umweltfreundliche und gewinnbringende Wertschöpfung.

3. Unternehmen werden mit immer mehr Vorschriften und Gesetzesanforderungen im Hinblick auf Nachhaltigkeit konfrontiert. Die konsequente Datenhoheit in einem zirkulären Way of Working ermöglicht es, diesen Herausforderungen proaktiv zu begegnen. Dies sichert langfristig die „License to operate“.

4. In einer globalen Wirtschaft sind resiliente Lieferketten entscheidend für die Kontinuität von Produktion und Vertrieb. Zirkuläres Wirtschaften minimiert die Abhängigkeit von Primärrohstoffen. Dies reduziert die Anfälligkeit gegenüber Preisschwankungen für Rohstoffe und Transport und macht Produkte automatisch nachhaltiger.

5. Zirkuläres Wirtschaften erzwingt transparente und effiziente Prozess- und Datenlandschaften, z. B. durch die konsequente Anwendung digitaler Produktrepräsentationen. So lässt sich der Anteil von wertschöpfenden Tätigkeiten maximieren.



Ausblick und Empfehlungen

Die Transformation zu einer nachhaltigen und zirkulären Wirtschaft wird nur dann gelingen, wenn zunächst die Notwendigkeit eines Umdenkens in Unternehmen sowie die massiven Chancen verstanden und anerkannt werden. Dem müssen konkrete und ganzheitliche Veränderungen in der Wertschöpfung folgen, die auch die Voraussetzungen für eine ganzheitliche und konsequente Nutzung von Daten schaffen. Wir geben hierfür Empfehlungen:

1. Schaffen Sie ein orchestriertes und ganzheitliches „Zielsystem“ für die Transformation, indem Sie die Dimensionen Produkt, Prozess und Daten integrieren – anhand eines transparenten Umsetzungsplans.

2. Schaffen Sie Freiräume für innovatives Denken und zukunftsweisende Entscheidungen. Hinterfragen Sie die Nachhaltigkeit Ihrer Produkte und Ihres Geschäftsmodells. Zirkularität wird so nicht nur zum inhärenten Bestandteil Ihrer Wertschöpfung, sondern auch zur Steuerungsgröße Ihres langfristigen, unternehmerischen Erfolgs.

3. Führen Sie Metriken ein, um die Transformation zur Nachhaltigkeit zu messen. Verwenden Sie Daten immer und überall. Ein geschlossener Wirtschaftskreislauf erfordert einen geschlossenen Datenkreislauf. Dieser erlaubt Ihnen die faktenbasierte Weiterentwicklung von Produkten und Dienstleistungen (digital closed loops).

4. Fordern und fördern Sie die Kreativität Ihrer Mitarbeiter*innen, um bestehende lineare Strukturen, Prozesse und Abläufe zu hinterfragen und in zirkuläre Arbeitsweisen zu transformieren. So steigern Sie die Zufriedenheit Ihrer Mitarbeiter*innen und Ihre Attraktivität als Arbeitgeber.

Die Transformation zur Nachhaltigkeit ist nicht nur eine Notwendigkeit, sie ist ein klarer Business Case:

„ (...) for every dollar we spend doing this we return three to four more back to the economy. (...) This may be the single biggest business opportunity in human history.“

Dr. Jonathan Foley, Leiter Project Drawdown [29]

Quellen

- [1] <https://www.overshootday.org/newsroom/past-earth-overshoot-days/>
- [2] <https://www.boerse-am-sonntag.de/spezial/artikel/wie-rohstoffknappheit-die-preise-treibt.html>
- [3] Circularity Gap Report 2021
- [4] [https://ec.europa.eu/environment/strategy/circular-economy-action-plan_en#:~:text=The%20European%20Commission%20adopted%20the,\(-CEAP\)%20in%20March%202020.&text=It%20targets%20how%20products%20are,for%20as%20long%20as%20possible](https://ec.europa.eu/environment/strategy/circular-economy-action-plan_en#:~:text=The%20European%20Commission%20adopted%20the,(-CEAP)%20in%20March%202020.&text=It%20targets%20how%20products%20are,for%20as%20long%20as%20possible)
- [5] <https://sdgs.un.org/goals>
- [6] <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy/concept>
- [7] <https://events.sap.com/sap-sustainability-summit/en/home?source=social-APJ-SAPAPJ-TWITTER-MarketingCampaign-Climate-Sustainability-unspecified-SAP+Sustainability+Summitspr-4745389585&campaigncode=CRM-XP21-SOC-ORGSOCM>
- [8] Wijkman and Skanberg, 2015, The circular economy and benefits for society – Swedish case study shows jobs and climate as clear winners
- [9] https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_20_420
- [10] <https://link.springer.com/content/pdf/bfm%3A978-0-230-50516-2%2F1.pdf>
- [11] <https://www.statista.com/statistics/802690/worldwide-connected-devices-by-access-technology/>
- [12] <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/267974/umfrage/prognose-zum-weltweit-generierten-datenvolumen/>
- [13] M. Grieves und J. Vickers, „Digital Twin: Mitigating unpredictable, undesirable emergent behavior in Complex Systems“ in F.-J. Kahlen, S. Flumerfelt und A. Alves (Herausgeber) „Transdisciplinary perspectives on system complexity – new findings and approaches“, Springer, 2017, Seite 85-114
- [14] <https://www.globalreporting.org/>
- [15] <https://www.deutscher-nachhaltigkeitskodex.de/NAPCSR-RUGDNKErklärungEFFASGRloderErgänzendeKPIs>
- [16] https://www.ranking-nachhaltigkeitsberichte.de/data/ranking/user_upload/2018/Ranking_Nachhaltigkeitsberichte_2018_Ergebnisbericht.pdf
- [17] <https://www.umweltbundesamt.de/themen/wirtschaft-konsum/produkte/oekobilanz>
- [18] <https://www.handelsblatt.com/unternehmen/industrie/autoindustrie-catenax-vw-tritt-deutscher-auto-cloud-bei/27129464.html?ticket=ST-713082-7j4KfInrOm7eyk2RUslY-ap1>
- [19] <https://www.bitkom.org/Presse/Presseinformation/Digitalisierung-kann-jede-fuenfte-Tonne-CO2-einsparen>
- [20] https://www.linkedin.com/posts/bmw-group_bmwgroup-finance-sustainability-activity-6793428642727792640-reet
- [21] Eionet Report - ETC/WMGE 2020/318 June 2020 Electronic products and obsolescence in a circular economy
- [22] Build Up. (2012). Ecodesign your future; How ecodesign can help the environment by making products smarter. Retrieved, June 30, 2020, from: <http://www.buildup.eu/en/practices/publications/ecodesign-your-future-how-ecodesign-can-help-environment-making-products>
- [23] EEA report No 6/2017 Circular by design – Products in the circular economy
- [24] The Ellen MacArthur Foundation: Methodology - An Approach to Measuring Circularity, Towards the Circular Economy
- [25] Eionet Report - ETC/WMGE 2020/318 June 2020, Electronic products and obsolescence in a circular economy
- [26] <https://www.merkur.de/leben/karriere/jobsuche-berufswahl-umwelt-arbeitgeber-baby-boomer-generation-z-studenten-nachhaltigkeit-zr-90198468.html>
- [27] https://www.bund.net/fileadmin/user_upload/bund/publikationen/chemie/chemie_plastikatl_2019.pdf
- [28] <https://www.plastverarbeiter.de/33892/technische-teile-fuers-auto/#:~:text=Autos%20bestehen%20heute%20zu%2012,300%20Kilogramm%20herk%C3%B6mmlicher%20Werkstoffe%20ersetzen>
- [29] Dr. Jonathan Foley, Leiter des Projekts Drawdown, das 100 Klima-Lösungen zusammengestellt hat. <https://www.forbes.com/sites/devinthorpe/2019/08/07/this-may-be-the-single-biggest-business-opportunity-in-human-history/>

Herausgeber

MHP Management- und IT-Beratung GmbH

MHP ist eine weltweit agierende und führende Management- und IT-Beratung. Wir entwickeln wegweisende Mobility- und Manufacturing-Lösungen für internationale Konzerne, gestandene Mittelständler und disruptive Start-ups. Als Premium-Business- und Technologiepartner gestalten wir bereits heute die digitale Zukunft von morgen.

Unser Beratungsansatz ist einzigartig: Wir verbinden ganzheitliche IT- und Technology-Expertise mit tiefgreifendem Management-Know-how. Damit ist MHP der ideale Partner für einen erfolgreichen Digital-Turn. Als Digitalisierungsexperte liefern wir auf Basis von fundierten Analysen innovative Strategien, um Veränderungsprozesse in nachhaltigen Erfolg zu verwandeln.

Mit über 3.000 Mitarbeitern treiben wir weltweit an 20 Standorten den digitalen Fortschritt voran – gemeinsam mit über 300 Kunden. Und das mit Excellence auf allen Ebenen. **MHP: DRIVEN BY EXCELLENCE**

Autor*innen



Nikolas Bradford
Associated Partner
Head of Sustainability Services
nikolas.bradford@mhp.com



Katharina Rybkina
Consultant
Customer Products & Services
katharina.rybkina@mhp.com



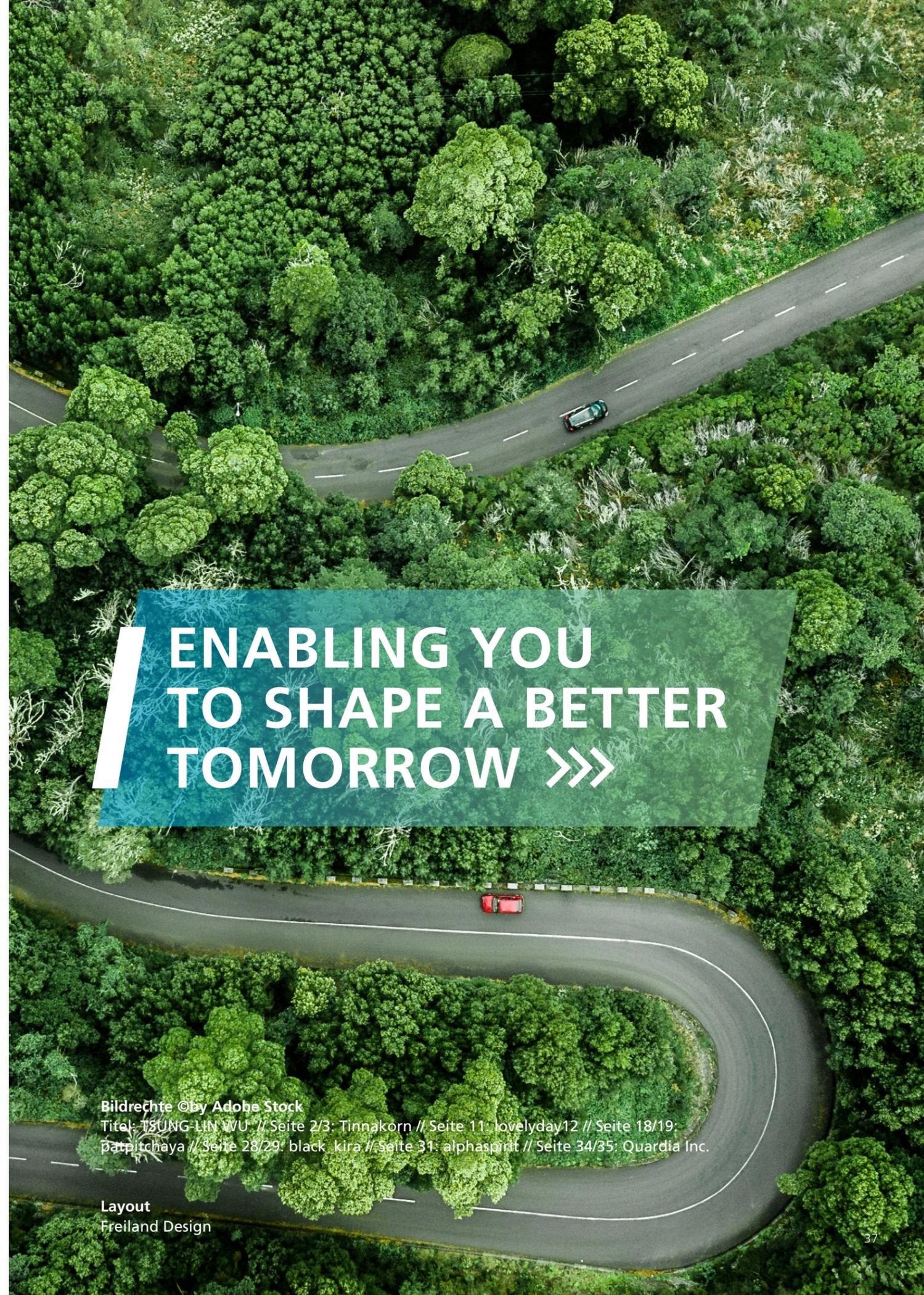
Paul Matausch
Senior Consultant
Customer Products & Services
paul.matausch@mhp.com



Dr. Enno Kätelhön
Senior Consultant
Intelligent Software
enno.kaetelhoe@mhp.com



Julius Wiebe
Consultant
Customer Products & Services
julius.wiebe@mhp.com



**ENABLING YOU
TO SHAPE A BETTER
TOMORROW >>>**

Bildrechte ©by Adobe Stock
Titel: TSUNG-LIN WU // Seite 2/3: Tinnakorn // Seite 11: lovelyday12 // Seite 18/19:
patpitchaya // Seite 28/29: black_kira // Seite 31: alphaspirt // Seite 34/35: Quardia Inc.

Layout
Freiland Design

MHP: DRIVEN BY EXCELLENCE

20 MHP Offices in Germany, England, USA, China, Romania, Czech Republic, Austria, Israel, and Hungary.



Germany

Ludwigsburg
(Headquarters)
Berlin
Düsseldorf
Frankfurt a. M.
Ingolstadt
Munich
Nuremberg
Wolfsburg

International

Atlanta (USA)
Reading (England)
Cluj-Napoca (Romania)
Timișoara (Romania)
Prague (Czech Republic)
Shanghai (China)
Zell am See (Austria)
Tel Aviv (Israel)
Budapest (Hungary)