

Abschied von der Linearwirtschaft – wie der erfolgreiche Einstieg in die nachhaltige Kreislaufwirtschaft gelingt

Von Martin Neuhold und Andreas Welz

Kein Weg führt daran vorbei: Die Nutzung von Ressourcen muss in den kommenden Jahren um ein Vielfaches effizienter werden. Klimakrise, Lieferkettenprobleme, knappe Rohstoffe, teure Energie, strengere Regulierung, veränderte Erwartungen der Verbraucher weisen in die gleiche Richtung. Zunehmend rückt dabei die Idee einer Kreislaufwirtschaft in den Blick. Die klassischen Methoden des Produktlebenszyklus-Management (PLM) werden in dieser nachhaltigen Version um eine Weiternutzung am Ende des Lebenszyklus ergänzt. Doch die Idee des Kreislaufs muss die gesamte Wertschöpfungskette bestimmen, von der Forschung, Entwicklung über Produktion und Logistik bis zum Gebrauch.

Die Natur gibt immer wieder perfekte Lösungen vor: Pflanzen und Tiere wachsen, vergehen und werden dabei zum Nährboden für neues Wachstum. Das System spielt sich – ohne menschlichen Eingriff – in einem Gleichgewicht ein. Allzu oft haben wir verlernt, diese natürlichen Vorbilder zu nutzen, wie aus Altem immer wieder Neues entstehen kann.

Eine der wichtigsten Lehren aus diesem Kreislauf, der seit Jahrtausenden funktioniert: Die Natur kann Funktionen schrittweise anpassen, schafft aus Verbrauchtem Neues, greift auf passive Energie zurück

– statt Rohstoffe zu verbrauchen und danach einer Deponie zuzuführen.

Geschlossene Materialkreisläufe unterstützen Nachhaltigkeit

Unternehmen können von diesem Vorbild in vieler Hinsicht lernen, schließlich ist Nachhaltigkeit in aller Munde. Druck machen zum einen die Verbraucher. Die Sorge vor dem Klimawandel hat längst zu einem Umdenken geführt. Für regionale Herkunft, Langlebigkeit, sowie Reparaturmöglichkeiten sind schon heute 2/3 der Konsumenten bereit, einen



Martin Neuhold, Herausgeber dieses Specials, ist Partner in der Unternehmensberatung von EY. Er leitet den globalen Bereich Supply Chain Services, den Kompetenzbereich Supply Chain & Operations sowie den Advanced Manufacturing Sector in Europe West.

1 Wie können wir unseren derzeitigen Produktlebenszyklus optimieren, um nachhaltig zu sein?	2 Wie können wir unsere Produkte und Tätigkeiten nachhaltig gestalten?	3 Wie können unsere Partner und Lieferanten zu unserem Netto-Null-Ziel beitragen?
4 Wie können wir unseren CO ₂ -Fußabdruck verringern?	5 Wie können wir Technologien nutzen, um unsere Vision der Nachhaltigkeit zu unterstützen?	6 Wie können wir uns schneller an die neuen Vorschriften und Kundenanforderungen anpassen?



Andreas Welz, Herausgeber dieses Specials, ist Direktor in der Unternehmensberatung von EY. Er leitet das PLM Kompetenzzentrum in Deutschland.

Typische Fragen, die sich Unternehmen auf ihrem Weg zu einem nachhaltigen Geschäftsmodell stellen.

(Quelle: EY)

Impressum

Verlag: Reif Verlag GmbH · Peter Reif · Alfred-Jost-Straße 11
69124 Heidelberg · E-Mail: peter.reif@reifverlag.de

Redaktion: Christian Deutsch · Redaktionsbüro
E-Mail: info@deutsch-werkstatt.de
Regina Gödde, E-Mail: regina.goedde@reifverlag.de

Internet: www.manager-wissen.com
Layout: metropolmedia · 69245 Bammental
Druck: ColorDruck Solutions · 69181 Leimen

höheren Preis zu zahlen (Quelle: Circular Economy ist wichtiger denn je, EY Deutschland, 3. Transparenz mit Technologien schaffen).

Zusätzlich vorangetrieben wird der Trend durch Regierungen und Aufsichtsbehörden. Der „Green Deal“ der EU-Kommission für eine nachhaltigere Wirtschaft, der die Staaten der Europäischen Union bis 2050 klimaneutral machen soll, gibt den Rahmen vor. Ergänzt wird er unter anderem durch den „Aktionsplan Kreislaufwirtschaft“, der wirtschaftliches Wachstum durch mehr Wiederverwendung, Reparatur und Recycling vom Ressourcenverbrauch entkoppeln soll. Bereits ab 2030 gelten deutlich strengere Regeln für den Materialverbrauch.

Knappe Ressourcen sorgen bei vielen Unternehmen für ein Umdenken. Dass fossile Brennstoffe endlich sind, ist lange bekannt. Bei Lithium und Seltenen Erden, wichtige Bestandteile von Batterien, wird die Elektrifizierung zu einem Schub bei der Nachfrage führen, der kaum mit den heute bekannten Bodenschätzen zu decken ist.

Die bisherige Linearwirtschaft – Produzieren, Nutzen, Entsorgen („take-make-waste“) – stößt in diesem Umfeld an ihre Grenzen. Volle Deponien und knappe Rohstoffe zwingen die Gesellschaft, deutlich länger als bisher von einem Produkt beziehungsweise dessen Inhaltsstoffen zu profitieren.

Ohne den Kreislaufgedanken, bei dem Produkte und Materialien so lange wie möglich verwendet, geteilt, repariert, aufgearbeitet und recycelt werden, wird es Unternehmen nicht gelingen, sich bei der Wertschöpfung von äußeren Faktoren unabhängiger zu machen. Fünf entscheidende „Rs“ geben den Ton vor: Reduce, Re-Use, Repair, Remanufacture, Recycle – den Verbrauch verringern, Produkte länger nutzen, sie reparieren und schließlich die Bestandteile recyceln.

Anforderungen an das Lebenszyklus-Management ändern sich

Die entscheidende Herausforderung für das Produktlebenszyklus-Management (PLM) liegt darin, den Materialkreislauf zu schließen und die Nutzungsdauer von Produkten zu maximieren – Ziel ist hier eine Langlebigkeit der Produkte ggf. unterstützt durch zusätzliche Services und Geschäftsmodelle. Im althergebrachten, linearen Modell wird ein Produkt oder eine Maschine am Ende der Lebenszeit entsorgt. Künftig werden das Produkt und die darin enthaltenen Materialien weiterverwendet. Eine Reparatur kann das genauso ermöglichen wie die Zerlegung in einzelne Teile und Komponenten, die für eine weitere Nutzung, je nach Material und Zustand, aufbereitet oder eingeschmolzen und neu hergestellt werden.

Um die Wiederverwertung und Weiterverwertung zu ermöglichen, muss das Produkt zum Hersteller oder geeigneten Partnern zurückgeführt werden.

Mit einer Logistik für Re-Use, Refurbish und Remanufacture ist es jedoch nicht getan. Sämtliche Schritte auf dem Weg zu einem neuen Produkt – sei es eine komplexe Maschine, ein langlebiges Gebrauchsgut oder eine Anschaffung mit einer überschaubaren Lebensdauer – müssen die Weiterverwendung berücksichtigen.

Um den Kreislauf zu schließen, müssen Forschung, Entwicklung und Design künftig von Anfang an den ganzheitlichen Ansatz im Blick behalten. Neue Materialien für Produkt und Verpackung gehören genauso dazu wie eine einfache Zerlegbarkeit von Maschinen, Gebrauchsgütern, Elektronik oder Textilien, um die weitere Nutzung oder Reparatur zu vereinfachen.

Der Einkauf wird zum Koordinator des Produktlebenszyklus. Dazu gehört eine regelmäßige Bewertung der Komponenten, Teile und Materialien, die sich bereits in der Nutzung befinden. Dabei lässt sich mittels Digitalisierung die nötige Transparenz herstellen.

In der Produktion ist ein Grundstein der Kreislaufwirtschaft dank des Trends zu mehr kundenspezifischen Anpassungen schon gelegt. Auch die erneute Nutzung aufbereiteter Teile macht mehr maßgeschneiderte Schritte nötig. Digitale Methoden helfen dabei: Mit einem digitalen Zwilling lassen sich zum Beispiel komplexe Produktionsschritte im Vorfeld simulieren und Ausschuss vermeiden.

Für die Logistik kommt ein neuer Aufgabenbereich hinzu: die Organisation der Rückführung von Produkten einschließlich der Anreize für das Einsammeln. Für Maschinen und Anlagen gewinnen Reparatur, Überarbeitung und Weiterentwicklung am Einsatzort an Bedeutung. Der Kreislauf läuft umso effizienter, je länger Produkte genutzt werden. Regelmäßige Wartung und Reinigung spielen dabei eine entscheidende Rolle. Erneut kommt der Digitalisierung eine wichtige Rolle zu: Mit dem digitalen Zwilling einer Maschine können Fristen überwacht und Wartungsschritte vorbereitet werden.

So muss sich jede Abteilung im Unternehmen an die neue Kreislauf-Realität anpassen. Zusätzlich ist eine zentrale Koordination sinnvoll. Die Kreislaufverantwortlichen orchestrieren die gesamte interne und externe Lieferkette. Sie haben im Blick, welche Produkte oder Maschinen wann zurückkommen und wie sie durch Aufbereitung, Recycling oder Zerlegen für den nächsten Schritt im Kreislauf vorbereitet werden.

Dafür ist Überzeugungsarbeit nötig, bei Entwicklern, Einkäufern und Produktionstechnikern, Kunden, Verbrauchern und Vertriebspartnern. Eine klare Kommunikation des neuen Ansatzes hilft, die Veränderungen zu begründen und die Vorteile der Kreislaufwirtschaft deutlich zu machen.

Biologisch, technisch, real, digital – Kreisläufe ergänzen sich

Rohstoffe und Materialien sind in einer Kreislaufwirtschaft in zwei Zyklen in Bewegung: dem biologischen und dem technischen Kreislauf. Fossile Brennstoffe, Metalle, Plastik und andere synthetische Produkte sind endlich in ihrer Verfügbarkeit. Im Kreislauf werden sie so lange wie möglich immer wieder genutzt. Organische Materialien, etwa Holz, Wasser, Lebensmittel, können dagegen in das Ökosystem zurückgeführt werden. Nachwachsende Rohstoffe werden dem System dann wieder entnommen.

Je weniger Schritte für die Aufbereitung von Materialien nötig sind, desto höher ist die verbleibende Qualität. Je nach Zustand arbeiten unterschiedliche Anbieter im Produktionsprozess damit weiter. Oft sind das die Zulieferer und der Aftersales, die von Anfang an eng eingebunden sein sollten.

Für den Überblick, welche Bestandteile in welcher Qualität wo eingesetzt werden, ist ein digitales Abbild oder digitaler Zwilling hilfreich, der den Materialfluss spiegelt. Integrierte Daten zeigen die Transformation von Produkten und Wertströmen. Dieses „digitale Doppel“ unterstützt zusätzlich Produktentwicklung, Herstellung und Vertrieb mit virtueller Simulation und Produktmodellen. Klassische dokumentengetriebene Methoden können weder Datenfülle noch Methodik handhaben. Vielmehr sollte ein digitales System alle Bereiche des Unternehmens von Innovation und Entwicklung über Einkauf, Produktion und Vertrieb bis zur Wartung spiegeln.

Geschäfts-, Produkt- und operationelle Planung im Fokus

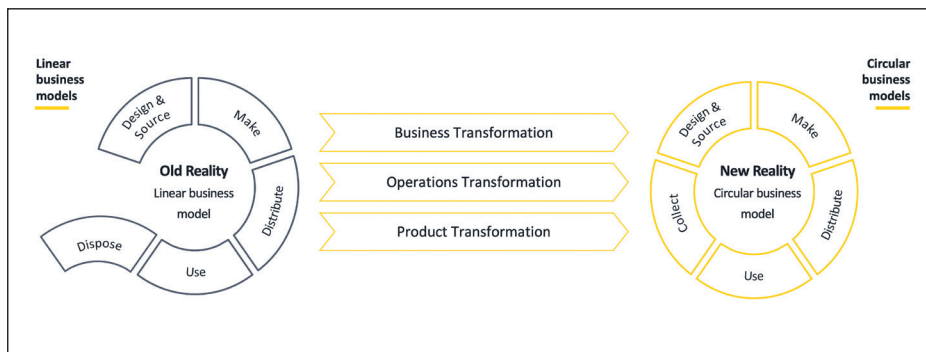
Die Umstellung von einem linearen Produktzyklus mit Ablaufdatum zur Kreislaufauflösung ist ein komplexer Prozess. Die Neuausrichtung reicht in alle Aspekte des Unternehmens. Doch die Transformation bietet auch die Chance, das Geschäftsmodell auf den Prüfstand zu stellen und neue Ansätze zu verfolgen.

Denkbar sind u.a. neue Nutzungsmodelle: Miete, Pacht, Leasing oder Pay-per-Use statt dem Kauf erleichtern die regelmäßige Wartung. Die Rückführung zum Produzenten ist vertraglich geregelt, das Unternehmen spart sich ein Anreizsystem für die Rückgabe an den Hersteller.

Neue Abrechnungssysteme können stärker auf die Nutzung abstellen. Ein Beispiel dafür liefert die Chemieindustrie, die Produkte als Service anbietet. Statt nach Menge zahlen Kunden auf Basis des Ergebnisses, zum Beispiel der Anzahl mit einem Produkt gereinigter Maschinen.

Auch die Kooperation mit spezialisierten Partnern bietet sich an, sowohl für Dienstleistungen rund um das Produkt als auch für die weitere Verwertung von Rohstoffen und Komponenten, zum Beispiel Online-Marktplätze, die überzählige Rohstoffe einer neuen Verwendung zuführen.

Mit einem wachsenden Interesse an den Abläufen der Kreislaufwirtschaft ergeben sich neue Kooperationsansätze: Von der Organisation der Rückholung von Produkten und produktspezifischen Reparaturschritten über den Austausch von Methoden und



Transformation von linearen zu nachhaltigen zirkulären Produktlebenszyklusmodellen. (Quelle: EY)

R-Strategien	Herausforderung	Mehrwerte	Industrie Best-Practice-Beispiele
Reduce	Höhere Effizienz in der Herstellung und eine längere Produktnutzung durch Konsumenten	Optimierung der Produktnutzung durch den Konsumenten (Daten-getrieben); Aufbau von Markentreue; intelligentes und zirkuläres Design	Möbel: Vermeidung von Verschwendung, Wiederverwendung von Ressourcen Elektronik: Product-as-a-Service und Einsatz von Sensoren, um Daten zu erhalten
Re-Use	Produkt bleibt bestehen, doch die Nutzung erfolgt durch einen anderen oder mehrere Konsumenten	Aufbau eines vertrauenswürdigen Marktplatzes für gebrauchte Produkte; Neue Erlösmodelle auf „as-a-Service“ Basis	Fahrzeuge: Marktplätze für gebrauchte Produkte, Komponenten und Teile Fahrzeuge: Sharing-Modelle mit robusten, leicht reparierbaren Produkten
Repair	Reparatur und Wartung eines defekten Produkts, um es weiterhin im Gebrauch zu halten	Reparatursets; Service digitalisieren, Standardisierung von Teilen und Komponenten für eine einfache Reparatur	Dienstleistung: Plattformen für Reparatur-Service und Teile inkl. Anleitungen
Remanufacture	Verwendung wiederaufbereiteter Teile in einem „neuen“ Produkt	Energie- und Kosteneinsparung, bspw. bei Metallen, da die Verarbeitung aus Erzen Energie-intensiver ist, als bereits verarbeitete Metalle	Messtechnik: Rücknahme von Altgeräten und Wiederverwendung von Teilen für „neue“ Produkte
Recycle	Verarbeitung von Materialien, um eine vergleichbare Qualität zu erhalten	Eigentum am Produkt durch neue Service-Modelle behalten, um Recycling und Upcycling von Materialien zu garantieren; Transparentes Recycling	Bekleidung: Rücknahmesysteme und effizientes Recycling

Strategie-Enabler

- ▶ Circular Design für längere Produktlebensdauer
- ▶ Neue Geschäfts- & Erlösmodelle
- ▶ Rückführung
- ▶ Ökosysteme
- ▶ Kanalstrategie

Herausforderungen und Mehrwerte: Welche Kreislaufwirtschaftsstrategien sollte die Industrie nutzen?

(Quelle: EY)

Inhaltsstoffen, die das Recycling erleichtern, bis zur Einsparung von Energie, Material und Arbeitskraft reichen die Ideen schon heute.

So gelingt der Einstieg in den Kreislauf

Wie jede Transformation birgt der Übergang zu einem Kreislaufsystem Herausforderungen. Bedenken sollten Unternehmen unter anderem die folgenden Aspekte:

- Organisation: Sind Mitarbeitende vorbereitet für die veränderten Schwerpunkte? Wurden gezielt Sustainability-Engineering Kompetenzen geschaffen? Wurde über die Kollaboration mit Partnern entlang des nachhaltigen Produktlebenszyklus nachgedacht?
- Entwicklung: Das Produkt-Design muss überarbeitet, ein Rückführungssystem implementiert,

die Bewertung der genutzten Produkte und ihrer Komponenten sowie Materialien organisiert werden.

- Finanzen: Veränderte Nutzungs- und Bezahlmodelle beeinflussen den Cashflow. Anpassungen des Geschäftsmodells machen womöglich Investitionen nötig.
- Recht: Das Modell ändert die Beziehung zwischen Lieferanten, Produzenten und Kunden. Zusätzliche Vereinbarungen und neue Verträge werden notwendig. Aus der veränderten Nutzung von Materialien können steuerrechtliche Folgen resultieren.
- Digitalisierung: Die Anforderungen der Kreislaufwirtschaft sind, ohne die vollständige digitale Unterstützung des Produktlebenszyklus kaum zu bewältigen.

Unternehmen müssen aktiv werden. Der Druck, ökologischer und nachhaltiger zu handeln, nimmt beständig zu. Wer agil ist und sich rasch an neue Standards und veränderte Kundenwünsche anpasst, positioniert sich im Wettbewerb am besten.

Zirkuläres Wirtschaften muss dafür in der Strategie verankert werden. Ziel ist die Transformation des kompletten Produktlebenszyklus. Ein eigenes Ökosystem muss her, ein Zyklus der beständigen Verbesserung, Rückführung und Wiederverwertung. Im besten Fall wird das Unternehmen zu einer (digitalen) Plattform des Produktlebenszyklus, auf der sämtliche Informationen – über Hersteller, Partner, Produzenten, Kunden, Beratung und Service – zusammenfließen.

Jedes Unternehmen wird dabei seinen eigenen Ansatz finden. Je nach Produkt und Branche funktionieren unterschiedliche Methoden, um eine Kreislaufwirtschaft erfolgreich zu implementieren. Stimmt die Transparenz dank Digitalisierung, können Big Data und künstliche Intelligenz dabei unterstützen, mit Datenauswertung Schwachstellen zu identifizieren und den Ansatz weiter zu verfeinern.

Anhand der gewonnenen Erkenntnisse kann das Unternehmen rasch feststellen, wie Produkte im Markt ankommen und wo es Verbesserungsbedarf gibt. Schließlich müssen sich zirkuläre Prozesse auch in wirtschaftlicher Hinsicht lohnen. Gerade hier zeigen aktuelle Best-Practice-Ansätze in unterschiedlichen Branchen ein enormes Potenzial für Unternehmen auf: Kreislaufwirtschaft macht sich nicht nur für die Umwelt bezahlt!

Die Autoren

Martin Neuhold ist Partner in der Unternehmensberatung von EY. Er leitet den globalen Bereich Supply Chain Services, den Kompetenzbereich Supply Chain & Operations sowie den Advanced Manufacturing Sector in Europe West. Darüber hinaus verfügt er über Fachwissen in den Bereichen Kreislaufwirtschaft und Nachhaltigkeit als treibende Kräfte bei der Umgestaltung von Wertschöpfungsketten, Produkten und Geschäftsmodellen. Er hat in den Sektoren Chemie, Maschinenbau und Automobilbau als Spezialist für Prozessoptimierung und Veränderungsmanagement gearbeitet und dabei fortschrittliche Veränderungs- und Moderationswerkzeuge in großen Transformationsprogrammen eingesetzt.

Andreas Welz ist Direktor in der Unternehmensberatung von EY. Er leitet das PLM Kompetenzzentrum in Deutschland und konzentriert sich hier auf die Beratungsschwerpunkte Agile bzw. Hybride PLM Betriebsmodelle und integrative Transformationsprogramme mit einem holistischen Blick auf Prozesse, Organisation, IT und strategische Ausrichtung. Bevor er zu EY kam, war er in verschiedenen größeren Industrieunternehmen in Management- und Beratungsfunktionen tätig und verantwortete dort Aufgaben im Bereich Produkt Lifecycle Management und Produktentwicklung.

Was erwartet Sie in diesem Special?

Unsere Autoren vertiefen das Thema, indem sie folgende Teilaspekte beleuchten:

Rückgrat einer nachhaltigen Produktentstehung: Von der Geburt bis zur Wiedergeburt eines Produkts: Wie hilft ein Ende-zu-Ende digitalisiertes Produkt-Lifecycle-Management-System, nachhaltige Produkte zu definieren und zu produzieren? (Seite 4)

Die Kreislaufwirtschaft ist der entscheidende Faktor für die Dekarbonisierung: Die Kreislaufwirtschaft muss über die Herstellung und Lieferung der Produkte hinaus auf den gesamten Lebenszyklus und insbesondere auf die Verlängerung der Lebensdauer der Maschinen und Anlagen ausgerichtet sein. (Seite 6)

Nachhaltige Produktion und Kreislaufwirtschaft mit kundenindividuellen Produktvarianten: Varianten-/Konfigurationsmanagement über den gesamten Produktlebenszyklus ist ein wesentliches Element der nachhaltigen Produktgestaltung, z.B. für Nachrüst- und Ersatzteilstrategien bei langlebigen Produkten. (Seite 8)

Standards für Produktnachhaltigkeit etablieren: Wirtschaftlichkeit und Nachhaltigkeit sind untrennbar miteinander verbunden, z.B. muss die CO₂-Bewertung von Produkten in bestehende Kostenkalkulationsmodelle integriert werden. (Seite 9)

Aufbruch zur Circular Economy: „Collaboration is key“: Der optimale Weg zur Kreislaufwirtschaft kann nicht im Alleingang beschritten werden, sondern nur durch die interne Zusammenarbeit der Abteilungen entlang des Produktlebenszyklus in Verbindung mit einem externen Netzwerk aus Kunden, Herstellern und Lieferanten. (Seite 10)

Mit Product Mining zum resilienten und nachhaltigen Unternehmen: Ein nachhaltiges und profitables Produktportfolio gelingt nur, wenn Nachhaltigkeitskennzahlen und intelligente Entscheidungshilfen entlang der Produktwertschöpfungskette zur Verfügung stehen, z.B. für eine Portfoliostraffung hin zu energieeffizienteren Produkten. (Seite 11)

Nachhaltigkeit als überbetrieblichen Kreislauf denken: Ein ganzheitlicher, ressourceneffizienter Wertschöpfungskreislauf kann nur durch eine gemeinsame, unternehmensübergreifende Wertschöpfungskette erreicht werden. (Seite 12)

Product Lifecycle Management (PLM) als Rückgrat einer nachhaltigen Produktentstehung

Von Alain Biahmou

Um die Herausforderungen der Nachhaltigkeit erfolgreich zu meistern, sind Transparenz und Nachverfolgbarkeit über den gesamten Produktlebenszyklus notwendig. Ein Werkzeug hierfür ist das Product Lifecycle Management (PLM): Es verwaltet und aggregiert die Produktdaten entlang des Produktlebenszyklus – und schafft damit die Voraussetzung, Produkte von vornherein nachhaltig auszulegen.

Unternehmen brauchen heutzutage eine stärkere Resilienz, um Risiken zu minimieren und die Innovation voranzutreiben. Nicht nur strengere nachhaltigkeitsbezogene Gesetze, sondern auch Unterbrechungen der Lieferketten sowie die Ressourcenknappheit zwingen zum Umdenken. Beispiele für solche Gesetze sind das Lieferkettensorgfaltspflichtengesetz, das zum 1. Januar 2023 in Kraft trat und Unternehmen zur Achtung von Menschenrechten durch die Umsetzung bestimmter Sorgfaltspflichten verpflichtet. Auch der European Green Deal, ein Konzept der EU mit dem Ziel, Europa bis zum Jahr 2050 zu einem klimaneutralen Kontinent zu machen, hält verstärkt Einzug in die Strategie der Unternehmen.

Darüber hinaus machen die institutionellen und privaten Investoren ihre Investitionsentscheidung verstärkt an umweltorientierten Kriterien fest. In der Tat investieren mehr und mehr Aktienfonds in Unternehmen, die einen positiven Beitrag zur Erreichung mindestens eines der 17 Nachhaltigkeitsziele der UN (Sustainable Development Goals, sog. SDG) leisten.

Weiterhin entsteht ein großer Druck seitens der Kunden, die nachhaltige Produkte fordern, um eigene Nachhaltigkeitsziele zu erreichen. Hierfür sind sie bereit, einen Aufpreis in Kauf zu nehmen. Nicht zuletzt werden nachhaltigkeitsorientierte Arbeitgeber vorgezogen.

Vor diesem Hintergrund stehen viele Unternehmen vor der Herausforderung, eine Nachhaltigkeitstransformation umzusetzen. Dabei sollen ökologische, ökonomische und soziale Ziele des Unternehmens in Einklang gebracht werden. Um diesem Umstand Rechnung zu tragen, ist ein Paradigmenwechsel notwendig. Dieser erfordert es, die Art und Weise zu ändern, wie Produkte geplant, entwickelt, produziert, betrieben, instandgehalten bzw. gewartet, wiederverwendet und recycelt werden. Eine Prüfung des Geschäftsmodells geht selbstverständlich mit diesen Maßnahmen einher. In diesem Zusammenhang sind bereits erste Unternehmen dazu übergegangen, ihre Produkte als Dienstleistung – Machine-as-a-Service – anzubieten. Damit wird u.a. ein kontinuierlicher Betrieb in der Produk-

tion sichergestellt, weil Komponenten aus gebrauchten Maschinen zurückkommen und neu eingesetzt werden.

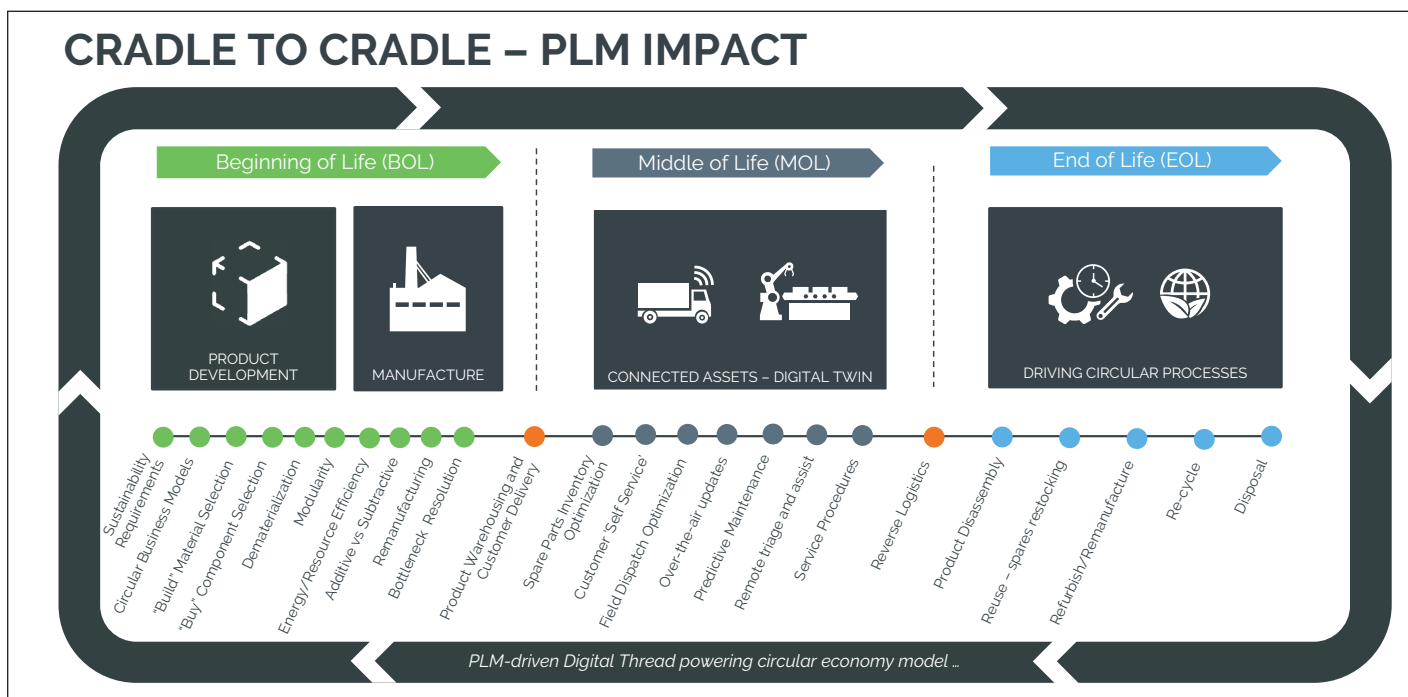
Es gibt sicherlich mehrere Ansätze zur Umsetzung einer Nachhaltigkeitstransformation. Ein Ansatz mehrerer Unternehmen zur Effizienzsteigerung und Erreichung ihrer Nachhaltigkeitsziele besteht darin, von einer linearen Ökonomie zu einer Kreislaufwirtschaft bzw. zirkulären Ökonomie überzugehen. Der Unterschied zwischen beiden Konzepten besteht darin, dass Produkte langlebig konzipiert und am Ende ihres Lebenszyklus nicht mehr auf der Mülldeponie landen, sondern in Gänge oder in Teilen wiederverwendet werden. Der Anteil an primären Rohstoffen soll drastisch reduziert werden, um das Wirtschaftswachstum vom Ressourcenverbrauch zu entkoppeln.

Mehrere Hersteller haben diese Trends erkannt und nehmen u.a. strategische, organisatorische, prozessuale und kulturelle Anpassungen vor, um kreislauffähig zu werden. Zuallererst ist es wichtig, den eigenen Status quo zu kennen, d.h. die Betriebsabläufe und den gesamten Produktlebenszyklus zu bewerten. Hierfür brauchen Unternehmen ein Werkzeug, das Produktdaten entlang des Produktlebenszyklus verwaltet und aggregieren kann.

Ein Werkzeug, das bereits eine sehr große Menge an Informationen zum Produktlebenszyklus beinhaltet, ist das PLM-System. Durch sinnvolle Integrationen kann es als Datendrehzscheibe für das nachhaltige Unternehmen dienen und somit die Transparenz und Nachverfolgbarkeit über den gesamten Produktlebenszyklus gewährleisten.

Wie PLM eine nachhaltige Produktentstehung unterstützt

PLM ist ein integrierter Managementansatz bestehend aus konsistenten Methoden, Prozessen, Modellen und IT-Werkzeugen, um Produktinformationen, Prozesse und Applikationen entlang des gesamten



Von der Wiege zur Wiege: Product Lifecycle Management (PLM) ist ein Managementansatz, um Produktinformationen, Prozesse und Applikationen entlang des gesamten Produktlebenszyklus zu verwalten. Dabei werden alle Lebenszyklusphasen von der Entwicklung über Produktion, Betrieb und Service bis hin zum Rückbau und zur Entsorgung betrachtet.

Produktlebenszyklus zu verwalten. Dabei werden alle Lebenszyklusphasen von der Entwicklung über die Produktion, Betrieb und Service bis hin zum Rückbau und zur Entsorgung betrachtet.

Bis zu 80 Prozent der Umweltauswirkungen sowie Kosten eines Produkts werden in der Entwicklungsphase festgelegt. Somit ist es ausschlaggebend, bereits an dieser Stelle eine große Unterstützung zu leisten. Das Ziel ist eine lebenszyklusbezogene Produktentwicklung, wodurch Produkte in einer Art ausgelegt werden, dass ihre negativen Auswirkungen auf Umwelt und Menschen reduziert sind. Wo und wie hilft nun PLM konkret?

Intelligente Materialauswahl zur Senkung von Umweltauswirkungen

Ein PLM-System unterstützt den Konstrukteur bei der Auswahl nachhaltiger Materialien und der Überwachung der Umweltauswirkungen auf Basis der Stückliste. Dadurch sind die Entwickler in der Lage, Entscheidungen zu Varianten auf Komponenten-, Baugruppen- und Systemebene zu treffen. Diese Möglichkeit ist insbesondere deshalb relevant, weil allein die Materialauswahl den CO₂-Fußabdruck von Produkten erheblich senkt. Ein Blick in die Praxis zeigt, dass der Anteil der in der deutschen Industrie eingesetzten Rezyklate¹ lediglich 14 Prozent beträgt – noch zu wenig, um den Anteil an Primärrohstoffen drastisch zu reduzieren, auch wenn das ideale Ziel eine „Zero Waste Economy“ wäre.

Die Nachhaltigkeit darf nicht auf ihre ökologische Komponente reduziert werden, sondern soziale und wirtschaftliche Faktoren sind gleichermaßen zu berücksichtigen. PLM unterstützt die Vermeidung gefährlicher und toxischer Stoffe in den Produkten. Das geschieht durch die Integration von REACH- und RoHS-Datenbanken. Die REACH-Richtlinie regelt die Verwendung chemischer Stoffe bei der Herstellung von Produkten, während die RoHS-Richtlinie die Nutzung von Stoffen in elektrischen und elektronischen Produkten limitiert.

Darüber hinaus kann das PLM-System Informationen bereitstellen, die zwecks einer nachhaltigen Beschaffung und eines Sourcing genutzt werden können. Hierfür sind Integrationen mit relevanten Werkzeugen – z. B. Materialdatenbanken, Lifecycle Assessment Tools (LCA) – von großer Bedeutung. Insbesondere die Integration von LCA-Tools ermöglicht den Vergleich von Produktalternativen und eine erhebliche Vereinfachung der Generierung umweltbezogener Reports zu jedem beliebigen Stadium des Produktlebenszyklus. Mit den aus dem LCA gewonnenen Erkenntnissen können die Produkteigenschaften identifiziert werden, in denen Veränderungen den meisten nachhaltigkeitsbezogenen Nutzen bringen.

Nachhaltige Entwicklung als Schlüssel für die Kreislauffähigkeit

Für eine nachhaltige Produktentwicklung empfiehlt es sich, explizit nachhaltigkeitsrelevante Anforderungen zu formulieren und dabei das Produkt als Teil eines übergeordneten Systems zu betrachten. Darauf aufbauend sollen die Prinzipien der Materialreduktion, modularen Gestaltung, Wiederwendbarkeit (Reuse), Refabrikation (Remanufacturing), Überholung (Refurbishing), Reparaturfähigkeit, Neuverwendung (Repurpose) und Rezyklierbarkeit umgesetzt werden.

Ein PLM-System kann die Nachverfolgbarkeit von Anforderungen und Komponenten sicherstellen und unterstützt zudem die Standardisierung oder Modularisierung von Komponenten und Baugruppen. Dadurch können dieselben Komponenten in unterschiedlichen Produkten eingebaut und somit durch verschiedene Produktreihen später wiederverwendet und neu verwendet (repurposed) werden. Mit der Standardisierung wird gleichzeitig die Reparaturbarkeit vereinfacht, weil einerseits Teile leicht ausgetauscht werden können und andererseits das Wissen der Service-Mitarbeiter wiederverwendet wird. Dies gilt auch für die modulare Produktgestaltung, die zusätzlich eine Demontage bzw. einen Rückbau der Produkte vereinfacht. Dadurch können relevante Komponenten nachhaltig aufbereitet und zwecks einer Refabrikation oder Generalüberholung erneut eingebaut werden. Durch die Bereitstellung relevanter Informationen (z. B. Materialeigenschaften, Recycelbarkeit, Prozessanweisungen) unterstützen PLM-Systeme das Recycling von Produkten. Läuft eine Maschine 30 Jahre lang, dann entsteht oft ein Informationsverlust und dementsprechend zeitraubende Abläufe, wenn Ersatzteile beschafft oder Teile der Maschine rezykliert werden sollen. Gerade an dieser Stelle liefern PLM-Systeme wertvolle Informationen und helfen Unternehmen somit, potenzielle Wettbewerbsvorteile zu sichern und Geld zu sparen. Ein ausgeklügeltes Ersatzteilmanagement durch PLM verhindert die Zerstörung abgekündigter Teile und trägt auch zur Nachhaltigkeit bei.

Ein weiteres Prinzip der Nachhaltigkeit, das PLM hervorragend unterstützt, ist die Materialreduktion. PLM-Systeme liefern die Produktdaten, die für frühzeitige Simulationen benötigt werden, um Produkte rechtzeitig zu optimieren – z. B. mit generativem Design – oder um wenige bzw. kaum physische Prototypen bauen zu müssen. Durch die Bereitstellung von qualitätsrelevanten und fertigungsspezifischen Informationen trägt PLM dazu bei, Ausschuss und Nacharbeit in der Produktion zu reduzieren.

Darüber hinaus helfen PLM-Systeme bei der Entwicklung innovativer, nachhaltiger Lösungen. Insbesondere können Erkenntnisse aus den bereits eingesetzten Produkten genutzt werden, um neue Produktgenerationen besser zu dimensionieren bzw. auszuliegen, um beispielsweise Material zu sparen oder Verschleiß zu reduzieren. Diese Erkenntnisse können außerdem genutzt werden, um einen nachhaltigeren Betrieb der Produkte zu erzielen und die Lebensdauer der Produkte durch Analytik und Service zu verlängern.

Nachhaltige Produktion, Betrieb und Service

PLM-Systeme unterstützen in der Klassifizierung der Bauteile und Priorisierung der Lieferanten und tragen zur Lokalisierung der Produktion und somit zur Reduzierung von Transportwegen und CO₂-Footprint bei. Insbesondere die Lieferantendaten ermöglichen die Selektion von Zukaufsteilen mit dem geringsten CO₂-Footprint. Durch das Zusammenbringen der lebenszyklusrelevanten Daten aus verschiedenen Quellen (z. B. Material, CO₂-Emissionen, Lebensdauer, Zertifizierungen nachhaltiger Lieferanten) stellen PLM-Systeme die Basis für den Digitalen Zwilling dar. Durch eine Integration mit Asset-Management-Systemen können bereits vorhandene Produktinformationen mit der Maschinenhistorie sowie Betriebs- und Zustandsdaten verknüpft werden. Dadurch kann das Systemverhalten simuliert werden, um Effizienzsteigerungen in der Produktion (z. B. Reduzierung von Ressourcen, Energie, Ausschuss oder Abfall und Ver-



Dr. Alain Biahmou, Business Development Manager bei PTC

brauchsmaterial) zu erzielen. Darüber hinaus kann der Digitale Zwilling dazu dienen, ein digitales Performance Management im Betrieb sowie lebensdauererweiternde Maßnahmen über Updates durchzuführen. Des Weiteren können Reparaturen durch Remote Assistance und Predictive Maintenance antizipiert und durch digitale Anweisungen vereinfacht und nachhaltig gestaltet werden.

Fazit

Die Entwicklung nachhaltiger Produkte ist heute kein Nice-to-Have mehr, sondern eine Notwendigkeit, um Innovationen voranzutreiben, den Umsatz zu steigern sowie die Umweltauswirkungen von Produkten und den Ressourcenverbrauch zu reduzieren. Transparenz und Nachverfolgbarkeit über den gesamten Produktlebenszyklus sind notwendig, um die Herausforderungen der Nachhaltigkeit erfolgreich zu meistern. PLM-Systeme beinhalten bereits eine erhebliche Menge an Daten zum Produktlebenszyklus. Dadurch sind sie prädestiniert für Integrationen mit speziellen nachhaltigkeitsorientierten Tools (z.B. LCA), um alle nachhaltigkeitsbezogenen Produktdaten zu verwalten. Damit dies gelingt, sollten die Produkte von vornherein lebenszyklusbezogen ausgelegt werden.

Der Autor

Dr. Alain Biahmou beschäftigt sich seit mehr als 22 Jahren mit den verschiedenen Facetten von PLM. Nach verschiedenen Stationen als Senior Consultant, Projektleiter und Head of Tools & Methods kam er als Business Development Manager zu PTC. Seine Tätigkeit konzentriert sich auf den Mittelstand und die Großindustrie und nutzt die Möglichkeiten der digitalen Welt, um die reale, physische Welt im Bereich Entwicklung, Produktion und Service der Unternehmen zu verändern.

PTC hilft globalen Herstellern, mit Softwarelösungen Kostenoptimierungen mit zweistelligen Auswirkungen zu erzielen. Zusammen mit einem umfassenden Partner-Netzwerk bietet PTC den Kunden Flexibilität bei der Bereitstellung seiner Technologie, um die digitale Transformation voranzubringen – lokal, in der Cloud oder über die reine SaaS-Plattform.

¹ Wuppertal Institut, Impulse zur Nachhaltigkeit, 04/2017

Die Kreislaufwirtschaft ist der entscheidende Faktor für die Dekarbonisierung

Von Manfred Weidlich, Dr. Nadine Sterley und Tom Oelsner

Um die Kreislaufwirtschaft effektiv umzusetzen, ist ein Umdenken auf zwei Ebenen notwendig. Sowohl die Materialebene als auch Maschinen und Anlagen benötigen zirkuläre Prozesse, um die CO₂-Emissionen über alle Lebenszyklen spürbar und nachhaltig zu senken.

Die Kreislaufwirtschaft ist der entscheidende Faktor für die Dekarbonisierung

GEA ist weltweit einer der größten Systemanbieter für Nahrungsmittel und die Pharmaindustrie. Zum Portfolio gehören Maschinen und Anlagen sowie Prozesstechnik, Komponenten und umfassende Servicedienstleistungen. 2022 erzielte das Unternehmen einen Umsatz von 5,1 Milliarden Euro und beschäftigte 18.236 Mitarbeiter.

2021 entwickelte GEA die Unternehmensstrategie Mission 26. Dabei wurde Nachhaltigkeit als wesentlicher Wachstumshebel integriert und durch das Dekarbonisierungsziel „Net Zero 2040“ definiert.

GEA ist ein typischer Maschinen- und Anlagenbauer, dessen indirekte Emissionen des Scope 3 mit mehr als 90 Prozent zu den Gesamtemissionen des Unternehmens beitragen. Dies zeigt, dass diese Emissionen aus der Nutzungsphase beim Kunden spürbar reduziert werden müssen. Die Herausforderung liegt somit in der Entwicklung immer ressourcenschonenderer und energieeffizienterer Produkte und Prozesse, die die eigene Nachhaltigkeitsleistung verbessern und zudem die Nachhaltigkeitsziele der Kunden unterstützen. GEA setzt dabei auf eine Kreislaufwirtschaft, die sowohl auf den Materialeinsatz als auch auf den Anlagenbetrieb beim Kunden abzielt.

GEA setzt auf eine Kreislaufwirtschaft, die sowohl auf den Materialeinsatz als auch auf den Anlagenbetrieb beim Kunden abzielt.

Die Kreislaufwirtschaft muss auf zwei Ebenen gedacht werden

Um die Kreislaufwirtschaft effektiv umzusetzen, ist ein Umdenken auf zwei Ebenen notwendig. Deshalb stellt GEA sowohl die Prozesse auf der Materialebene des Portfolios um – und verfolgt zugleich einen Ansatz, seinen Kunden zu jeder Zeit die nachhaltigste Produktion durch die gelieferten Maschinen und Anlagen zu bieten.

Ebene 1: Die Kreislaufwirtschaft für die Materialebene

GEAs Lösungsansatz für die Materialebene basiert auf der Einführung des Prozesses „Circular Economy“. Der Prozess „Circular Economy“ unterstützt die strategische Zielsetzung, alle Serviceteile und Verpackungsmaterialien von Maschinen bis 2026 in die Kreislaufwirtschaft zu überführen. Damit nimmt GEA eine Führungsrolle im Maschinen- und Anlagenbau ein. Kernstück des Prozesses ist dabei die Anwendung einer R-Strategie, die die fünf „R“ Reduce, Reuse, Repair, Remanufacture und Recycle operationalisiert. Dabei wurde ein definitorischer Rahmen für die anzuwendenden fünf R entwickelt, der sowohl bei der Transformation der bestehenden Serviceteile als auch bei der Konstruktion von Neuteilen zur Anwendung kommt, da bereits in der Entwicklungsphase die Grundlagen der Zirkularität gelegt werden müssen.

Der Transformationsprozess wird zudem durch ein Kennzahlensystem gestützt, das für die jeweils gewählte R-Strategie eines Materials mindestens drei ökologische und eine ökonomische Kennzahl einfordert. Ökologische Kriterien werden dabei durch Kennzahlen wie zum Beispiel Energie-, Wasser- und Materialverbrauch und Treibhausgasemission berücksichtigt. Auf der ökonomischen Seite sind typische Finanzkennzahlen wie Umsatz, Marge oder Kosten in der Anwendung. Somit können die ökologische und die ökonomische Wirkung und damit der Erfolg einer gewählten R-Strategie direkt gemessen werden. Die Erfahrung zeigt, dass insbesondere die R-Strategie Reduce, die auf die Einsparung nicht erneuerbarer Materialien in Herstellung und Verpackung abzielt, den höchsten Nachhaltigkeitseffekt erzielt und nahezu immer mit einer Kosteneinsparung einhergeht.

Für die R-Strategie Repair wendet GEA ein Zielbild an, das auf die Maximierung von Standzeiten für Teile oder Komponenten abzielt, die den höchsten funktionalen Beitrag in der Wertschöpfung leisten. So kann z.B. die Trommel eines GEA Separators eine theoretisch unendlich lange Lebensdauer erzielen, wenn die Reparatur unter Einhaltung einer festgelegten Materialuntergrenze erfolgt.

Der Ansatz der Kreislaufwirtschaft umfasst fünf R's

Recycle

Verarbeitung von Material zur Erzielung der gleichen oder einer ähnlichen Qualität.

Remanufacture

Wiederaufbereitung von gebrauchten Geräten, Komponenten oder Serviceteilen, die wiederverwendet werden sollen.



Reduce

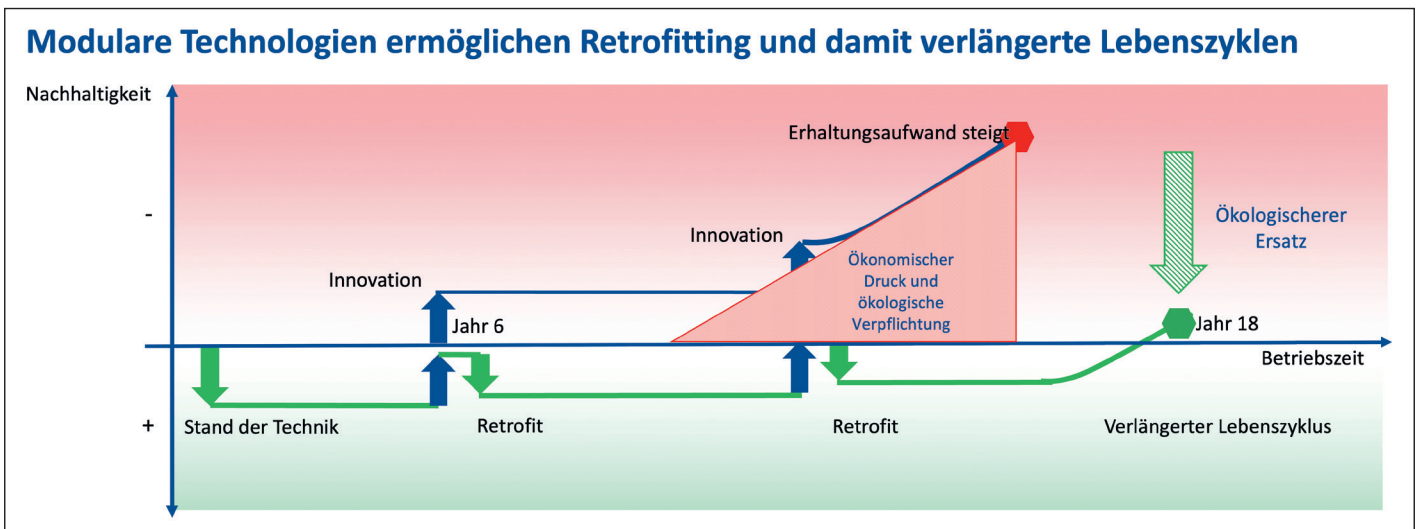
Steigerung der Effizienz bei der Produktgestaltung, Herstellung oder Nutzung durch den Verbrauch von weniger natürlichen Ressourcen und weniger umweltschädlichen Materialien.

Re-Use

Wiederverwendung von gebrauchten Produktteilen, die in guten Zustand sind und ihre ursprüngliche Funktion erfüllen.

Repair

Reparatur und Wartung des Produkts, damit es in seiner ursprünglichen Funktion verwendet werden kann.



Illustrative Darstellung der Kreislaufwirtschaft für den Betrieb von Maschinen und Anlagen

(Quelle: GEA)

Ebene 2: Die Kreislaufwirtschaft für Maschinen und Anlagen

Neben der Anwendung einer Kreislaufstrategie der fünf R auf Ersatzteile und Verpackungsmaterialien setzt GEA auf die Kreislaufwirtschaft als ein zukünftiges Modell, um Maschinen und Anlagen zu jeder Lebenszyklusphase zirkulär und damit nachhaltiger betreiben zu können. Dieses Modell setzt auf die Maximierung des Lebenszyklus und die nachhaltige Optimierung der Produktivität unter besonderer Berücksichtigung eines „Design to Sustainability“ (D2S).

D2S bedeutet für die Entwicklungsabteilungen, die Maschinen und Anlagen so zu gestalten, dass Umrüstungen und Instandsetzung bei einer maximalen Nutzungsphase und einem minimierten Ressourcenverbrauch möglich werden. Dieses Designprinzip stellt zudem sicher, dass Innovation und der damit verbundene technologische Fortschritt auch für bestehende Produkte ermöglicht wird. Dem folgend müssen heutige Modularisierungsansätze konsequent auf Zirkularität umgestellt werden und zudem eine kapitalschonende Erneuerung von Maschinen ermöglichen.

Die verlängerten Lebenszyklen bedeuten dann aber auch einen grundsätzlichen Wandel für die bestehenden Geschäftsmodelle und deren Ertragsmechanik, da die Umsatzerlöse im althergebrachten linearen Modell mit seinen kurzlebigeren und ressourcenverbrauchenden Produkten zukünftig zurückgehen werden. Vielmehr verschiebt sich die Wertschöpfung des Maschinen- und Anlagenbauers immer mehr in den gesamten Lebenszyklus der Maschine.

Somit können Services, die in den unterschiedlichen Lebenszyklen einer Maschine verbesserte Nachhaltigkeitsleistungen anbieten, zu neuen Erlösmodellen einer funktionierenden Kreislaufwirtschaft werden. Der Wandel wird sich auch dadurch zeigen, dass man zukünftig neben einem Business Case auch einen Impact Case der ökologischen Kriterien für Maschinen diskutieren wird.

Die Digitalisierung als Wegbereiter für die Kreislaufwirtschaft

Die Digitalisierung wird der Wegbereiter für die neuen, d.h. zirkulären Geschäftsmodelle sein. Die

Die Digitalisierung wird der Wegbereiter für die neuen, zirkulären Geschäftsmodelle.

zukünftigen Erlösmodelle mit den dazu notwendigen Prozessen, Methoden und Werkzeugen für Zirkularität können mit digitalen Geschäftsmodellen umgesetzt werden.

Die in digitalisierter Form angebotenen Produkte und Services – wie zum Beispiel ein digitaler Zwilling oder die Anwendung eines Product-Life-Cycle-Managements (PLM) – ermöglichen in allen Lebenszyklusphasen, eine reale Maschine hinsichtlich Datenbereitstellung, Simulation, Echtzeitanalyse, Optimierung und operativer Steuerung zu begleiten. Hier zeigt sich das Potential neuer kundenorientierter Services, die zudem auf einen optimierten Anlagenbetrieb hinsichtlich Ökologie und Ökonomie ausgerichtet werden können.

Das PLM-System übernimmt dabei die Integrationsrolle für alle Daten oder Informationen, die über die Lebenszyklusphasen des Produktes anfallen. Dementsprechend wird das Datenmodell eines PLM-Systems durch die einzelnen Lebenszyklusphasen „Planung – Entwicklung – Beschaffung – Produktion – Distribution – Nutzung – Service – Demontage“ bestimmt. Hierbei kann der digitale Zwilling alle relevanten Prozesse digitalisieren und zukünftig selbstständig ablaufen lassen.

Somit ergänzen sich diese beiden digitalen Instanzen und können zukünftige zirkuläre Geschäftsmodelle abbilden, wie die Reduzierung des CO₂-Fußabdrucks, die Maximierung der Nutzungsphase von Maschinen und Anlagen, eine nachhaltige Optimierung der Produktivität oder modulare Retrofits, um den Stand der Technik kontinuierlich integrieren zu können.

Aktuell rollt GEA die Kreislaufwirtschaft mit den fünf R für die Materialebene über alle Geschäftseinheiten aus und wird diesen Prozess 2025 abgeschlossen haben. GEA wird konsequent den nächsten Schritt gehen und die Prinzipien der Kreislaufwirtschaft für Maschinen und Anlagen umsetzen, um die indirekten Emissionen des Scope 3 substantziell und nachhaltig zu reduzieren.

Die Autoren



Manfred Weidlich ist Senior Project Manager Sustainability und seit 2008 bei der GEA Group. Er hat Maschinenbau und Industriemarketing studiert und besitzt Abschlüsse als Diplom Ing. (FH) und Master of Business Administration. Seit 2022 entwickelt er die Prozesse der Kreislaufwirtschaft bei der GEA Group.



Dr. Nadine Sterley ist Chief Sustainability Officer der GEA Group. Sie ist Juristin und kam im Jahr 2016 zu GEA. Seit April 2021 leitet sie die zentrale Abteilung Nachhaltigkeit.



Tom Oelsner ist Chief Digital Officer der GEA Group. Er hat Informatik studiert und besitzt einen Abschluss als Diplom-Ingenieur. Seit 2021 leitet er GEA Digital, das digitale Entwicklungsnetzwerk der GEA Group.

Nachhaltige Produktion und Kreislaufwirtschaft mit kundenspezifischen Produktvarianten

Von Holger Senn

Die Fertigungsindustrie steht global unter enormem Handlungsdruck. Je nach Studie und Betrachtungszeitraum ist sie für etwa 30 bis 40 Prozent der weltweiten CO₂-Emissionen verantwortlich. Die globalen „Net-Zero“-Initiativen wie der EU Green Deal, die EU-Taxonomie in den Finanzmärkten sowie steigende Ansprüche der Kunden für nachhaltige Produkte sind die wesentlichen Handlungstreiber. Configuration Lifecycle Management (CLM) und innovative Konfigurationstechnologien liefern die richtigen Daten für notwendige Transformationsinitiativen im Sinne einer nachhaltigen, SDG-konformen Kreislaufwirtschaft der Vereinten Nationen.

Für Unternehmen mit kundenspezifischen, konfigurierbaren Produkten und hoher Variantenvielfalt ist der aktuelle Trend und die Situation für Initiativen in der *Circular Economy* besonders anspruchsvoll. Das jeweilige Produktportfolio muss modularisiert, optimiert und digitalisiert werden, um mit weniger Material oder einem geringeren Energieeinsatz über längere Produktlebenszyklen eine Kreislaufwirtschaft über die gesamte Wertschöpfungskette überhaupt erst sicherzustellen.

Die gute Nachricht ist, dass neue Technologien und Methoden in der Praxis die Voraussetzungen für eine transparente Datengrundlage schaffen, um daraus die erforderlichen Erkenntnisse im Sinne einer Kreislaufwirtschaft abzuleiten und für nachhaltige Geschäftsentscheidungen bereitzustellen. So setzt einer der weltweit größten Hersteller von Windkraftanlagen nicht nur auf eine konsequente Modularisierung des Produktportfolios schon im Engineering oder in den Operations mit Vertrieb und Fertigung, sondern seit geraumer Zeit auch verstärkt auf die Wartung und den Betrieb jeder individuell konfigurierten Windanlagenvariante. Das Ergebnis dieser Initiative ist ein optimaler und deutlich längerer Betrieb der Anlagen mit gesteigerter Energieeffizienz, besserem Ertrag und einer höheren Investitionsrendite bis zum Recycling der Varianten.

Dafür ist es Voraussetzung, bereits in der Produktentwicklung alle Produktmodelle ganzheitlich im Blick zu behalten und das technische Produktmodell sukzessive mit anderen Produktmodellen u.a. des Vertriebs, der Logistik und des Services auf eine zentrale Plattform zu bringen, um Configuration Lifecycle Management (CLM) zu nutzen.

CLM ist eine auf einer offenen Plattform ganzheitlich integrierte Lösung, die alle relevanten Geschäftsfunktionen und -systeme wie PLM, ALM, ERP, CPQ etc. von der Produktentstehung über den Vertrieb, die Produktion bis hin zum Service verbindet. Das Erfolgsrezept liegt im kollaborativen Aufbau einer *Single-Source-of-Configuration-Truth* mit allen Perspektiven auf ein zentrales Produktmodell mit Daten, Regeln oder Merkmalseigenschaften zur Einleitung und Umsetzung ökologischer Ziele und Maßnahmen.

Nachhaltigkeit ist ein zentrales Kriterium von Kaufentscheidungen geworden

Die Erwartungen der Kunden an einerseits individuelle, aber auch an nachhaltigere Produktvarianten als Grundlage ihrer Kaufentscheidung sind heute

Configuration Lifecycle Management (CLM)

Aus der Perspektive der Nachhaltigkeit hilft CLM in vier Schlüsselbereichen:

- **Engineering:** Sicherstellung der Konformität hinsichtlich Kreislaufwirtschaft schon im Design, Vermeidung von Over-Engineering, optimale Nutzung der Ressourcen über alle Domänen inklusive Planung der Zerlegung und Wiederverwendung von Produkten
- **Vertrieb:** Anleiten der Kunden zu nachhaltigen Entscheidungen durch Transparenz im Konfigurator hinsichtlich Preis, Leistung und Nachhaltigkeit („Grüne Konfiguration“)
- **Fertigung:** Verhindern von Konfigurationsfehlern führt zu weniger Abfall und Vermeidung falsch produzierter Produkte
- **Service:** Regelbasierte Optimierung der Produkte über den Lifecycle durch Retrofit-Maßnahmen, Rücknahme und Aufarbeitung gebrauchter Produkte aus Serviceverträgen (Product-as-a-Service)

bereits hoch. Wie in der Automobilindustrie schon viele Jahre üblich, müssen Konfiguratoren heute in allen Branchen und über alle Vertriebskanäle verschiedene Nachhaltigkeitskriterien für jede individuell konfigurierte Variante aufzeigen. Das ermöglicht es dem Kunden, in einer geführten *Grünen Konfiguration* einen optimalen Kompromiss zwischen Leistung, Preis, Verfügbarkeit und den jeweiligen Umweltauswirkungen zu finden und für seine Entscheidung heranzuziehen.

Innovative Konfigurationstechnologie für eine nachhaltige Produktion und Kreislaufwirtschaft

Die Komplexität im Varianten- und Konfigurationsmanagement ergibt sich meist aus Billionen von möglichen Merkmalskombinationen, die konstruiert, verkauft und gebaut werden können. Werden alle diese Kombinationen insgesamt berechnet und in auswertbaren Lösungsräumen repräsentiert, so findet man fast immer Inkonsistenzen. Diese Fehler ließen sich bisher nur manuell und mit entsprechendem Aufwand identifizieren, wenn sie denn überhaupt – meist auch nur durch Zufall – in den operativen Prozessen entdeckt werden.

Mit modernen auf Kompilierung basierenden Konfigurationstechnologien wie Virtual Tabulation® ist es heute jedoch möglich, diese komplexen

Lösungsräume valider Variantenkombinationen auf einmal zu berechnen, in einer komprimierten Tabelle zu speichern und diese Daten für ökologische Analysen aus unterschiedlichen Blickwinkeln zur Verfügung zu stellen. Auf diese Weise lassen sich beispielsweise Fragen zur Absatzentwicklung, zum Upselling-Potential, dem CO₂-Fußabdruck, dem Materialeinsatz oder weiteren Nachhaltigkeitsfaktoren einer Variante umgehend beantworten.

Der Einfluss digitaler Geschäftsmodelle auf die Kreislaufwirtschaft ist enorm

Ganzheitlich optimierte CLM-Lösungen bieten in diesem Zusammenhang auch die Grundlage für stark zunehmend digitale Nutzungsmodelle (PaaS – Product-as-a-Service), bei denen nicht das physische Produkt, sondern der Output einer konkreten Variante vom Kunden vergütet wird: Pay-per-Scan (Medizintechnik), Pay-per-Sheet (Druckindustrie), Pay-per-kWh in der Energieerzeugung oder Pay-per-Part (Maschinenbau) sind gängige PaaS-Modelle aus der Praxis.

So nutzt ein Marktführer im Hightech-Maschinenbau der Halbleiterindustrie Virtual Tabulation® als Konfigurationstechnologie schon viele Jahre hauptsächlich in der digitalen Vorplanung anstehender Nach- und Umrüstarbeiten, um die Kompatibilität aller Domänen der Mechanik, Elektronik und dem stark zunehmenden Softwareanteil über den erweiterten Lebenszyklus in der Konfiguration zu dokumentieren und fehlerfrei sicherzustellen. Minimierte Standzeiten bei Wartung, ein effizienter Betrieb der Anlagen und stetige Retrofit-Maßnahmen tragen auch hier zu mehr Teile-Output und Serviceumsätzen, zu reduzierten Betriebskosten und einer besseren Klimabilanz über die verlängerte Lebensdauer bei.

So profitieren nicht nur der Maschinenhersteller und die Kunden, sondern insbesondere auch das Klima durch eine intelligente Kreislaufwirtschaft.



Weiterführende Informationen über CLM-Lösungen im Nachhaltigkeitsumfeld finden Sie hier:
<https://go.configit.com/clm-for-sustainability>

Der Autor



Holger Senn ist Principal Consultant bei Configit und für den Wissenstransfer eines interdisziplinären Configuration Lifecycle Managements (CLM) für Fertigungsunternehmen in der DACH-Region verantwortlich und verfügt über 30 Jahre Erfahrung in diesem Themensegment.

Mitautor:

Jörn Pleuß, Director, Global Partner Marketing & Customer Advocacy bei Configit.

Standards für Produktnachhaltigkeit etablieren

Von Ralf Altpeter, Katharina Gador und Tino Riedel

Die Politik erhöht den Druck auf die Industrie, ihre Produktion klimaneutral umzusetzen und verpflichtet die Handelnden am Markt zu einem standardisierten Nachhaltigkeitsreporting. Industrieunternehmen sind aufgefordert, ihre Ziele mit der globalen Reduzierung des CO₂-Fußabdrucks in Einklang zu bringen. Um Standards für die Produktnachhaltigkeit zu etablieren, setzen diese auf bewährte Strukturen der Kostenkalkulation und bringen Produktnachhaltigkeit und Profitabilität ins Gleichgewicht.

Das Ziel einer klimaneutralen EU bis 2050 geht mit der Aufgabe für die Industrie einher, ihre Produktion klimaneutral zu gestalten. Mit den Plänen aus dem Green Deal und dem Rahmenwerk zur EU Taxonomy übt die Politik Druck auf rohstoffintensive Industrien, große Unternehmen und Finanzinstitute aus und verpflichtet sie unter anderem zu einem Nachhaltigkeitsreporting. Aus den Geschäftsbeziehungen mit Banken, den Vertragskaskaden in der Lieferkette und nicht zuletzt aus den gesellschaftlichen Verpflichtungen entsteht für alle Unternehmen die Dringlichkeit, Maßnahmen zum Klimaschutz zu etablieren, den Übergang in die Kreislaufwirtschaft zu sichern und die nachhaltige Nutzung der Ressourcen in die Geschäftspraktiken holistisch zu integrieren.

Standards zur Produktnachhaltigkeit operativ umsetzen

Aus Gesprächen mit unseren Kunden aus der Automobilindustrie, Luft- und Raumfahrt und dem Maschinenbau wissen wir, dass nahezu jedes Unternehmen Projekte zur Reduktion der Emissionen umsetzt. Um Maßnahmen wirksam abzuleiten, ist das Management auf zwei Ebenen gefordert: Sie müssen Ziele und Strategien für eine nachhaltige Produktion entwickeln. Hinzu kommt, die produktbezogenen Geschäftsbereiche mit Prozessen, Werkzeugen und Referenzdaten so auszustatten, dass Emissionen direkt in der Entstehung erfasst werden können.

Produktnachhaltigkeit als Bestandteil der Kostenkalkulation

Unternehmen fügen die Bewertung der Produktnachhaltigkeit in bestehende Strukturen ein und nutzen dafür Lösungen aus dem Enterprise Product Costing (EPC). EPC-Lösungen setzen bei der Optimierung der Produktkosten an und sind auch in der Lage, Informationen zum Product Carbon Footprint (PCF) entlang der Kalkulationsstruktur abzubilden.

Nachhaltigkeit und Profitabilität im Reporting verbinden

Regulatorische Vorschriften zu Produkteigenschaften, der Energie- und Rohstoffverbrauch oder die Nachfrage nach umweltfreundlich produzierten Waren – an unterschiedlichen Stellen im Produktlebenszyklus zeigt sich die Untrennbarkeit von Profitabilität und Nachhaltigkeit. Die isolierte Betrachtung der Kostenoptimierung ohne die parallele Berücksichtigung der emittierten Treibhausgase führen zu einem Missverhältnis zwischen Produktkosten und Produktnachhaltigkeit und schwächen die Gesamtbilanz.

Profitabilität und Nachhaltigkeit sind untrennbar miteinander verbunden.

Für eine ausgewogene Produktbilanz nutzen Unternehmen einen Best-of-both-Ansatz. So garantiert die Verfügbarkeit des Product Carbon Footprint entlang der Kalkulationsstruktur, das kritische Meilensteine wie der Energieverbrauch oder Emissionen von Maschinen in einem Reporting erfasst und über Zeit optimiert werden können. Dabei sind Unternehmen in der Lage, Kennzahlen zu Umweltauswirkungen und zur Wirtschaftlichkeit gleichzeitig auszuweisen.

Product Carbon Footprint in der Lieferkette ausweisen

Dass die Etablierung von Nachhaltigkeitsstandards ein konkretes Ziel führender Industrieunternehmen für die Lieferkette ist, zeigen Initiativen wie Catena-X für die Automobilindustrie. Die Entwicklung von Standards und Methoden für den Datenaustausch geht mit der Etablierung eines Nachhaltigkeitsreportings einher. Dabei fordern die Hersteller in ihren Lieferantenbeziehungen heute bereits Informationen zum Life Cycle Assessment (LCA) und zur Ökobilanz. Die Verfügbarkeit des Product Carbon Footprint entwickelt sich damit zu einem erfolgskritischen Datum.

Unternehmen vereinen Nachhaltig und Profitabilität, wenn sie die CO₂-Bewertung der Produkte in bestehende Strukturen und Prozesse zur Kostenkalkulation integrieren. Entlang des stückkostengetriebenen Systems werden die produktbezogenen Kosten und Emissionen über Maschinen, Materialien und Fertigung abgebildet und innerhalb der Kostenkalkulation angewendet. Im Cost Breakdown weisen Unternehmen ergänzend zu den Produktkosten Informationen zum Product Carbon Footprint aus und sichern ein standardisiertes und reversionssicheres Reporting in der Lieferkette.

Transparenz bei Produktkosten und Emissionen erreichen

Innerhalb komplexer Wertschöpfungsstrukturen entscheidet die strategische Ausrichtung des Kostenmanagements, ob Produktionen zu einem nachhaltigen Unternehmenswachstum beitragen. Wir



Ralf Altpeter, General Manager bei FACTON

sehen drei Trends, die uns motivieren, die Komplexität der Produktbewertung zu reduzieren:

- Nachhaltigkeit betrifft alle Industriezweige und Unternehmensklassen. Unternehmen mit umfangreichen Wertschöpfungsprozessen spüren Forderungen nach einem Nachhaltigkeitsreporting schon heute.
- Klimaneutrale Produktionen fordern die Rentabilitätsrechnung heraus. Ein integrierter Ansatz der Kostenkalkulationen hilft, Zielkonflikte innerhalb von Kalkulationen zu erkennen.
- Digitale Tools unterstützen die unternehmensweite Zusammenarbeit. Teams in den Unternehmen greifen zu jedem Zeitpunkt und an jedem Standort auf gültige Emissions- und Kostendaten zu und erreichen verlässliche Ergebnisse für Investitionen, Angebote und Projekte.



Unser Ziel ist es, Fertigungsunternehmen auf dem Weg zu einer profitablen und nachhaltigen Produktion über den gesamten Lebenszyklus zu begleiten. In unserem Whitepaper „Emissionen senken, profitabel bleiben“ erfahren

Sie mehr über die Berücksichtigung produktbezogener Emissionen in der Kostenrechnung.

Der Autor

Ralf Altpeter ist General Manager bei FACTON, führender Hersteller von Enterprise Product Costing-Software. Mit seiner Expertise im Cost/Value Engineering unterstützt er Industrieunternehmen auf dem Weg zu einer profitablen und nachhaltigen Produktion.

Mitautoren:

Katharina Gador, Managerin Marketing und Product Management FACTON, ist spezialisiert auf die Themen Digitalisierung und Produktnachhaltigkeit.

Tino Riedel, Senior Product Manager bei FACTON, verantwortet die Produktstrategie Sustainable Product Costing.
www.facton.com

Aufbruch zur Circular Economy: „Collaboration is key“

Von Niclas-Alexander Mauß, Susanne Kadner, Matthias Ballweg und Wilhelm Mauß

Der Wandel zu einer Circular Economy erfordert von jedem Unternehmen eine eigene tiefgreifende Transformation, bei der letztlich kein Stein auf dem anderen bleibt. Doch mit Mut und Entschlossenheit liegt darin die unternehmerische Opportunität des Jahrhunderts. Das Beispiel des Messtechnikherstellers Lorenz zeigt, wie der Weg zur Zirkularität gelingen kann. Ebenso wie die zahlreichen jungen Start-ups, die bereits heute einen entscheidenden Beitrag dazu leisten. Hier wie dort zeigt sich: Kollaboration ist der Schlüssel zum Erfolg.

Der gesamtindustrielle Wandel zu einer Circular Economy erfordert nichts anderes als die Summe zahlloser einzelner Transformationen auf Unternehmensebene. Trotz der bestehenden konzeptionellen Grundlagen und eines wachsenden Bewusstseins sehen sich viele Unternehmen mit erheblichen Herausforderungen konfrontiert, den eigenen Übergang hin zur Kreislaufwirtschaft zu meistern. Mehrfach ausgezeichnet, unter anderem mit dem Deutschen Innovationspreis für Klima und Umwelt, stellt der Messgerätehersteller Lorenz eines der Fallbeispiele dar, anhand derer eine solche Transformation nahezu vollständig nachvollzogen werden kann. Dabei zeigen sich – wenngleich unter spezifischen Rahmenbedingungen – die enormen Potenziale für viele andere Unternehmen, auch und gerade aus der produzierenden Industrie.

Die Not zur Tugend

In den frühen 2000er Jahren vollständig „linear“ aufgestellt, sah sich das Familienunternehmen mit Preisdruck und Schwankungen an den Rohstoffmärkten konfrontiert. Vielfach reagierte die Branche einerseits mit der Produktionsverlagerung in Niedriglohnländer, und andererseits mit der Substitution von bleifreiem Messing als bewährtem Hauptmaterial durch (vermeintlich) günstigere Kunststoffe. Dies erfolgte unter Inkaufnahme hoher Energieverbräuche und kritischer Umweltwirkungen bei der Herstellung und Entsorgung sowie deutlich erhöhtem Verschleiß, Montageproblemen und Ausschuss.

Der Mittelständler stellte sich bewusst gegen diese Entwicklungen samt ihren ökologischen und sozialen Implikationen. Um am Markt bestehen zu können, brauchte es einen radikalen Gegenentwurf, wobei Lorenz aus der Not eine Tugend machte: Wasserzähler müssen aufgrund der Eichgesetzgebung und Messgenauigkeit regelmäßig ausgetauscht werden. Während im Falle von Single-Use-Fabrikaten die Verschrottung folgt, setzte Lorenz konsequent auf die Qualität und Langlebigkeit der eigenen Produkte, um diese nach Gebrauch von Messdiensten, Kommunen und Wasserversorgern zurückzunehmen. Anschließend konnten sie in eigens entwickelten Spezialmaschinen zerlegt und wieder aufgearbeitet werden, bevor die Komponenten wieder als neuwertige Teile dem Produktionsprozess zugeführt werden.

Von der Einzelmaßnahme zur Unternehmens- transformation

Was als Einzelmaßnahme begann, legte den Grundstein eines über die Jahre immer umfassenderen Kreislaufsystems und letztlich der Ausrichtung des gesamten Unternehmens auf die Circular Economy.

Entscheidend ist dabei das „Incentive Alignment“ der beteiligten Akteure: Nicht nur der Hersteller erzielt durch die Erhaltung einmal erbrachter Wertschöpfung signifikant reduzierte Material- und Prozesskosten, sondern auch dessen Kunden partizipieren an diesen Einsparungen. Konsequenz zu Ende gedacht, wird selbst der Messinglieferant vom „Verkäufer“ zum „Bereitsteller“ des Rohmaterials, und partizipiert an dessen Nutzung und Kreislaufführung, anstelle der einmaligen Extraktion und Verarbeitung.

Noch stellen solche Servitization-Modelle längst nicht in allen Industrien einen Business Case dar, doch wenn Geschäftsmodell und Produktdesign zusammengedacht werden, können enorme Opportunitäten entstehen. Für Lorenz lag genau darin der nächste Schritt. Einhergehend mit einem zirkulären Redesign des eigenen Kernprodukts im Zuge der Umstellung auf Smart Meters, setzte Lorenz verstärkt auf sogenannte Produkt-Service-Systeme, welche nicht den Besitz eines Produktes, sondern dessen Leistungen in den Mittelpunkt rücken. Durch den Eigentumsverbleib und/oder vertragliche Regelung der Rückführung lohnt sich dann umso mehr auch das „Design for Circularity“ mit maximierter Lebensdauer und vollständiger Wiederverwendbarkeit aller Einzelteile oder des Gesamtprodukts über mehrere Produktlebenszyklen hinweg.

Wie zwischen Kunde, Hersteller und Lieferant, bedarf es auch unternehmensintern der Kollaboration: Entwicklung, Produktion, Logistik, Finanzen, ... müssen im Einklang wirken, um das nötige Gesamtergebnis zu erreichen. Mehrere Millionen Geräte führt Lorenz heute im Kreislauf, manche davon bereits im dritten Zyklus. Die Transformation zur Circular Economy sicherte die Wettbewerbsfähigkeit und die Existenz des Unternehmens und stellt heute die entscheidende Basis für anhaltendes Wachstum dar: von anfangs rund 6 Millionen Euro Umsatz und 60 Beschäftigten auf einen Umsatz von über 33 Millionen Euro und rund 300 Beschäftigte in 2022.

Lernen von Start-ups: „Collaboration is key“

Je komplexer eine Organisation oder eine Wertschöpfungskette, umso herausfordernder wird es, die Vielschichtigkeit und Gleichzeitigkeit der Veränderungen zu beherrschen und die benötigte interne wie externe Kollaboration zu organisieren. Der in vieler Hinsicht disruptive Charakter der Circular Economy eröffnet dabei auch vielversprechende Opportunitäten für neue Akteure, beispielsweise Start-ups. Doch „Circular Start-ups“ stellen bei Weitem nicht immer eine Bedrohung für etablierte Akteure am Markt dar, sondern können mit bestimmten Technologien oder Services sowie ihrer Flexibilität und Umsetzungsgeschwindigkeit zum wertvollen Partner und Enabler etablierter Spieler werden. Eine aktuelle CIRCULAR REPUBLIC-Analyse identifiziert 171 solcher Jungunternehmen innerhalb Deutschlands und über 400 europaweit, und gliedert diese dabei entlang der sechs Cluster „Circular Inputs“, „Product as a Service“, „Sharing Platforms“, „Product Life Extension“, „Resource Recovery“ und „Circular Enablement“.

Unter dem Dach der Münchner Start-up-Fabrik UnternehmerTUM schafft CIRCULAR REPUBLIC gezielt Programme und Infrastruktur, um solche Start-ups zu fördern, und formiert mit etablierten Unternehmen eine Industrieallianz für die Circular Economy. Beide Welten fließen in Multi-Stakeholder-Projekten entlang spezifischer Wertschöpfungsketten zusammen, um Sektor für Sektor die Produkt-, Stoff- und Materialkreisläufe zu schließen.

Die Autoren

Niclas-Alexander Mauß, Susanne Kadner, Matthias Ballweg und Wilhelm Mauß (von links nach rechts)

Wilhelm Mauß ist Geschäftsführer der Lorenz GmbH & Co. KG. Susanne Kadner, Matthias Ballweg und Niclas-Alexander Mauß sind die Co-Founder von CIRCULAR REPUBLIC, einer Initiative von UnternehmerTUM, Europas größtem Zentrum für Gründung und Innovation. Susanne Kadner hatte zuvor die Circular Economy Initiative Deutschland initiiert und geleitet. Matthias Ballweg war zuletzt Director bei SYSTEMIQ. Niclas Mauß leitete einen Inkubator bei UnternehmerTUM, während er parallel – nicht zuletzt aufgrund der Vorerfahrung bei Lorenz – an der TU München Deutschlands größten Forschungsverbund für Circular Economy initiierte und aufbaute.



Mit Product Mining zum resilienten und nachhaltigen Unternehmen

Von Dr.-Ing. Maximilian Kissel

Produktvielfalt, dazu die Anforderungen an Nachhaltigkeit und Resilienz treiben die Komplexität in die Höhe – und machen Entscheidungen schwieriger und langsamer. In Zeiten von Polykrisen und rasanten Marktveränderungen braucht es jedoch schnelle und wirkungsvolle Reaktionen. Product Mining ist hier eine wichtige Schlüsseltechnologie für das Management.

„Wir sind Vollsortimenter“. „Wenn wir das Produkt nicht mehr anbieten, wechselt der Kunde zur Konkurrenz“. „Wir liefern die beste Lösung, erfüllen alle Kundenwünsche“. Es gibt viele Gründe, warum Produktportfolios in der Industrie stets wachsen, aber selten kleiner werden.

Wenn Komplexität zunimmt, werden Unternehmen langsam

Produktvielfalt erhöht die Komplexität in der Lieferkette, in internen Prozessen und in den Vertriebskanälen. Tendenziell kleinere Losgrößen und Nachfrageschwankungen führen zu breiteren und insgesamt höheren Beständen, Unterbrechungen und Effizienzverlusten. Eine Kernaufgabe der Unternehmen ist es, das richtige Maß an Komplexität abzuwägen. Gute Komplexität stärkt die Differenzierung zum Wettbewerb, während schlechte Komplexität unnötige Kosten und Zeitverlust entlang des gesamten Wertstroms verursacht.

Portfoliopflege ist nicht trivial und wird oft vermieden, da wörtwörtlich Millionen von Abhängigkeiten berücksichtigt werden müssen, um kluge Entscheidungen zu treffen. Viele Unternehmen haben Altlasten, sind historisch gewachsen, teilweise fehlen marktgerechte Strukturen im Portfolio.

Eine Spirale dreht sich hoch: (unkontrolliert) wachsende Komplexität im Portfolio, vermiedener Aufwand für die Portfoliopflege, Rückstau dringender Entscheidungen und wachsende Kosten entlang der Wertströme. Noch zu wenige setzen auf Digitalisierungslösungen, um diese Spirale zu durchbrechen. Unternehmen werden langsamer, der Handlungsdruck nimmt zu.

Das geht nicht mehr mit klassischen Bordmitteln

Die Zeit drängt, denn bereits heute kommen zwei wesentliche Herausforderungen dazu: Resilienz und Nachhaltigkeit. Beide Themen steigern zusätzlich die Komplexität und erschweren den Umgang mit dem Produktportfolio.

Allein in den letzten Jahren mussten betriebliche Abläufe schnell an immer neue Krisensituationen angepasst werden. Das Unternehmen resilient aufzustellen, gewinnt an existentieller Bedeutung. Unternehmen müssen flexibler werden, um größere Schwankungen in Supply Chain und Absatzmärkten optimal für sich zu nutzen, anstatt durch Turbulenzen in Mitleidenschaft gezogen zu werden.

Ein nachhaltiger Umgang mit Ressourcen ist neben den Umweltschutzaspekten auch immer mehr eine Frage der Wirtschaftlichkeit. Damit steigt auch die Informationsflut: Lieferketten werden mit zusätzlichen Nachhaltigkeitskriterien organisiert und auch Kunden stellen schärfere Anforderungen an ein nachweisbar grüneres Produktportfolio. Zudem werden im Zuge einer Kreislaufwirtschaft

Lebenszyklen nicht mehr nur auf Produkt- oder Einzelerzeugnis-Ebene gemanagt, sondern auch auf Modul- und Einzelteilebene.

All dies erfordert ein neues Level an Transparenz, Vorausschau, Reaktionsgeschwindigkeit und Umsetzungsstärke. Wenn in einem Unternehmen ein Ereignis eintritt, werden oft erst mit Verzögerung detaillierte Erkenntnisse gewonnen, was zu Verzögerungen bei der Entscheidungsfindung und beim Ergreifen von (Gegen-)Maßnahmen führt¹. Je länger es dauert, desto weniger wirkungsvoll sind die Maßnahmen. Da die Komplexität durch unternehmensinterne und äußere Faktoren weiter zunimmt, ist die Digitalisierung folgender Schritte entscheidend:

- Schneller und zielgerichteter Handlungsfelder erkennen und priorisieren.
- Aufwändige manuelle Einzelanalysen automatisieren.
- Beteiligten eine einheitliche Faktenbasis zur Verfügung stellen, Diskussionen zentral orchestrieren und damit Entscheidungen beschleunigen.
- Durch Einsatz von Prozessautomatisierung die operative Umsetzung von Maßnahmen verkürzen.

Product Mining als Entscheidungsplattform im komplexen Umfeld

Product Mining ist eine Schlüsseltechnologie für zentrale Managementaufgaben, insbesondere für die produktzentrierte Unternehmenssteuerung². In Abgrenzung zum Process Mining konzentriert man sich auf die Vielfalt bei Geschäftsobjekten, weniger um Prozessvarianten. Herzstück ist die Product Mining Plattform, die drei Technologien zusammenführt:

- Verteilte Unternehmensdaten wie Stücklisten, Absatzzahlen, Lieferantendaten etc. werden in einen Enterprise Digital Twin geladen. Somit entsteht ein End-to-end-Netzwerk als Datenbasis vom Lieferanten über Produkte hin zum Kunden.
- Auf dieser Datenbasis kommt die Value-Pattern-Technologie zum Einsatz. Mit intelligenter Mustererkennung werden die sprichwörtlichen Nadeln im Heuhaufen gefunden, bewertet und priorisiert als Handlungsfelder aufgelistet.
- Wichtiger dritter Bestandteil sind digitalisierte Entscheidungsprozesse. Alle Beteiligten greifen auf eine konsistente Faktenbasis zu und nutzen Features für effiziente Entscheidungsfindung.

Die Plattform ist hoch skalierbar und flexibel anpassbar. Performante Graph-Technologie erlaubt

1 Acatech 2020: Industrie 4.0 Maturity Index - Managing the Digital Transformation of Companies
2 Friedl und Blaschke (2022): Product Mining – Das Produkt als zentrale Stellgröße strategischer Entscheidungen in Zeitschrift für Controlling 4/22



Dr. Maximilian Kissel, Geschäftsführer der Soley GmbH

massenhafte Auswertungen in Sekundenschnelle, Auswirkungs- und Was-wäre-wenn-Analysen. Somit können Reaktionszeiten und Verzögerungen erheblich reduziert werden.

Führende Unternehmen setzen die Technologie heute ein und profitieren von schnelleren Entscheidungen, Fokussierung auf das Kerngeschäft, Verbesserung der Lieferfähigkeit und Bestandsführung – mit positiven Auswirkungen auf das Working Capital und Verbesserung des Betriebsergebnisses.

Product Mining in der Kreislaufwirtschaft

Product Mining leistet auch einen wichtigen Beitrag für eine erfolgreiche Kreislaufwirtschaft. Beschaffung bei nachhaltig wirtschaftenden Lieferanten, Verwendung nachhaltiger Rohstoffe, Verringerung des Energieverbrauchs und Minimierung von Abfällen sind grundlegend für ein nachhaltigeres Produktportfolio und können mit entsprechenden Daten automatisiert bewertet und Verbesserungsmaßnahmen identifiziert werden.

Beispielsweise durch die Portfoliostraffung werden Altprodukte reduziert und durch energieeffizientere, ressourcenschonendere Produkte ersetzt. Varianten mit höherer Wiederverwendung und modularen Produktstrukturen können effizienter und mit weniger Sonderaufwänden hergestellt werden.

Im Sinne der Kreislaufwirtschaft werden Wiederverbenutzung, Reparatur oder Recycling möglichst vieler Produktanteile angestrebt. Wenn die Skalierbarkeit und Aggregationsfähigkeit der Product-Mining-Technologie genutzt wird, können auch Module, Baugruppen oder Komponenten mit unterschiedlichen Lebensdauern betrachtet werden.

Somit gelingt es, fundierte Entscheidungsgrundlagen für ein planetenfreundliches und wirtschaftliches Produktportfolio zu entwickeln.

Der Autor

Dr.-Ing. Maximilian Kissel ist Gründer, Geschäftsführer und Chief Growth Officer der Soley GmbH in München. Er promovierte an der Fakultät Maschinenwesen der Technischen Universität München. Seit über 15 Jahren beschäftigt er sich mit dem Thema Komplexitätsmanagement mit dem Ziel, dass Menschen mit Hilfe innovativer Softwarelösungen in der Industrie bessere Entscheidungen treffen können.

Nachhaltigkeit als überbetrieblichen Kreislauf denken

Von Robert Konjusic

Kundenanforderungen und deren Umsetzung werden nicht mehr nur im eigenen Unternehmen definiert, sondern müssen in einer gemeinsamen Wertschöpfungskette mit unternehmensübergreifenden Teams entwickelt werden, so dass ein ganzheitlicher, ressourceneffizienter Wertschöpfungskreislauf entsteht.

Nachhaltigkeit wird vom Kunden erwartet, aber die Umsetzung erstreckt sich nicht nur auf den eigenen Produktlebenszyklus, sondern auch auf den der Lieferanten. Sie durchdringt die gesamte Wertschöpfungskette von der Rohstoffgewinnung, der Maschinenherstellung, um damit wieder Produkte herzustellen, bis hin zum Betreiber solcher Anlagen und ganz im Sinne eines „Kreislaufs“ auch wieder zurück.

Effizienz ist dabei der USP, den jeder Wertschöpfungsknoten erbringen kann. Sowohl die Verwendung von rohstoffeffizienten Vorprodukten als auch die Steigerung der Energieeffizienzen bei Maschinen oder der erhöhte Einsatz von Remote-Lösungen in der Wartung sind jene USPs, die auch monetär ausgedrückt werden können. All dies wird im Maschinenbau gelebt und umgesetzt. Und diese USPs bestimmen die neuen Geschäftsfelder, die sich in digitalen Komplementärleistungen im Portfolio des Maschinen- und Anlagenbaus mittlerweile wiederfinden lassen.

Zusätzlich ist es jedoch notwendig, dass Unternehmen ihre zentrierte Produktsicht verlassen und ihre Kundensicht erweitern. Sie müssen den eigenen Standort in der Wertschöpfungskette verlassen, um alle Leistungserbringer und alle Konsumenten zu sehen. Mit dieser Horizonterweiterung können eigene Wettbewerbsfähigkeit gestärkt wird und die Angreifbarkeit des eigenen Geschäftsmodells minimiert bleibt.

Innovationsstrategien und -zyklen werden ja gerne in Form des „Drei-Horizonte-Modells“ in Unternehmen und auch als Tool der erwähnten Development-Protagonisten betrachtet. Die Ränder dieses Modells bewegen sich zwischen Änderungen im Kerngeschäft und neuen Herausforderungen in

Die Recyclingfähigkeit sicherstellen. Den Kreislauf etablieren.

Die Betrachtung bleibt trotzdem bis hierhin linear. Die Frage für die Unternehmen muss also lauten: Wie lässt sich die Kette schließen und ein Kreislauf etablieren? Und warum sollte dies der Ansporn sein?

In Zeiten, wo Importdiversifizierungen strategisch neu in Unternehmen aber auch von der Politik gedacht und die Abhängigkeiten von rohstoffproduzierenden Ländern immer ersichtlicher werden, sollte eine hohe „Recyclingfähigkeit“ jeglicher Wertschöpfungsketten angestrebt werden.

Dies gilt sowohl für die Produkte selbst, als auch für die Maschinen und Anlagen, die jene Produkte erst erzeugen. Bereits heute gibt es einen Einsatz von digitalen Produktpassports bei Kunststoffpro-

dukten (Plattform R-Cycle), damit eine bessere Trennung und somit hohe Wiederverwendung auf den Wertstoffhöfen erzeugt werden kann.

Voraussetzung dafür ist, dass das „Technologie-Netzwerk“ dies erkennt und dann über alle Wertschöpfungsknoten hinweg trägt. Eine zwischenbetriebliche Teamleistung erzeugt somit erkennbaren Mehrwert für alle Produkte, die daran beteiligt sind.

In zwischenbetrieblichen Netzwerken agieren

Fazit: Die heutigen Kundenbedürfnisse können nicht mehr nur in einem innerbetrieblich effizienten Anforderungs- und Lifecycle Management befriedigt werden. Der Nachhaltigkeitsgeist fordert erweiterte zwischenbetriebliche Kooperationen schlichtweg ein. Erst innerhalb von Kooperationen können die verschiedenen Herausforderungen der Stakeholder diskutiert werden, damit eine gemeinsame nachhaltige Branchenlösung entstehen kann.

Business Development- oder Produkt Managerinnen arbeiten heute noch vorwiegend mit klassischen Customer Panels, die sich in der Wertschöpfungskette nur nach vorne orientieren. Die Intensivierung und Neuformierung mit externen Netzwerken, die auch die Kette nach hinten betrachten, sind daher neu zu denken, weil dadurch die eigene Wettbewerbsfähigkeit gestärkt wird und die Angreifbarkeit des eigenen Geschäftsmodells minimiert bleibt.

Innovationsstrategien und -zyklen werden ja gerne in Form des „Drei-Horizonte-Modells“ in Unternehmen und auch als Tool der erwähnten Development-Protagonisten betrachtet. Die Ränder dieses Modells bewegen sich zwischen Änderungen im Kerngeschäft und neuen Herausforderungen in



Das Drei-Horizonte-Modell reicht vom Kerngeschäft über angrenzende Geschäftsmodelle bis zu ganz neuen Märkten und Produkten. Aktuelle Herausforderungen wie Dekarbonisierung, Digitalisierung und Decoupling verkürzen die zeitlichen Horizonte.



Robert Konjusic ist als Referent des VDMA tätig

Märkten und Produkten. Dabei sind die Horizontzyklen nicht gleichgeblieben, sondern haben sich gestaucht. Sie sind nicht nur zeitlich verkürzt, sondern es sind mittlerweile viele Themen in den Horizonten vorzufinden, die sich bedingen.

Persönlich vor digital

Während wir noch vor einigen Jahren in Industrie-4.0-Foren, aber auch heute noch über mögliche Einsatzgebiete von digitalen Tools diskutieren, überwältigen uns die realen Herausforderungen der fünf D (Dekarbonisierung, demographischer Wandel, Decoupling, Digitalisierung, Dezentralisierung). Um diese Herausforderungen aufgrund der kürzeren Innovationszyklen insbesondere für KMUs zu beherrschen, ist es zuerst notwendig, die richtigen Technologienetzwerke auf persönlicher Basis zu etablieren und den nachhaltigen gemeinsamen Nenner zu entwickeln. Dabei sind auch die rechtlichen Grenzen der gemeinsamen Kooperation auszuloten.

Die Digitalisierung ist dabei lediglich das Tool, welches sowohl digitale Plattformen für den schnellen oder transparenten Austausch als auch neue Modelle von Einnahmequellen, Leistungserbringung (Blockchain) oder ganzen Geschäftsmodellen anbietet. Zudem können Kooperationen ganzheitliche Lösungen erschaffen, die eben auch Decoupling in den Regionen überwinden und somit die Wettbewerbsfähigkeit der einzelnen Glieder des Netzwerks stärken.

Kooperation ist daher der entscheidende Quantensprung, der die gestauchten Herausforderungen beherrschbar macht, die Leistungserbringung harmonisiert und sie dann in gemeinsame nachhaltige Bahnen mit starker Wettbewerbsfähigkeit lenkt.

Der Autor

Robert Konjusic ist als Referent in der Abteilung Business Advisory des VDMA tätig. Er betreut die Themen Business Development, Marketing, Produktmanagement und Vertrieb. Außerdem verantwortet er verschiedene Arbeitskreise des VDMA, u.a. den zentralen Arbeitskreis Produktmanagement und den Ausschuss Marketing.