



Fraunhofer
IPT

Konzeptpapier

Green Growth – Wie Technologie-
management einen Beitrag zur Nach-
haltigkeitstransformation leisten kann

Zeiten disruptiver Veränderung

Globalisierung und Digitalisierung setzen bis heute eine primär ökonomische Sichtweise der Unternehmen voraus. Der Klimawandel erfordert jedoch ein Umdenken.

Das Wachstum in der Globalisierung hat lange funktioniert: Globale Kundenmärkte und weltweite Lieferantennetzwerke haben in der Vergangenheit zu einem sehr rentablen Wirtschaftswachstum geführt. Aktuelle Entwicklungen zeigen jedoch, dass exogene Schocks die Weltwirtschaft schnell ins Wanken bringen. Die Coronapandemie und die einhergehenden Lockdowns, treffen Unternehmen hart: Laut einer Studie des Fraunhofer-Instituts für System- und Innovationsforschung ISI produzierten Ende des Jahres 2020 immer noch 68 Prozent der befragten Unternehmen auf einem geringeren Niveau als vor Beginn der Pandemie [1].

Digitalisierung eröffnet Chancen

Die engen weltweiten Verflechtungen zeigen sich auch in der digitalen Vernetzung: Digitale Technologien ermöglichen den Austausch gigantischer Datenmengen in Sekundenschnelle und neue, digitale Geschäftsmodelle. Ob Videostreaming, Onlinebanking oder Car Sharing per App – Kundinnen und Kunden gewöhnen sich an einen unmittelbaren und bequemen Zugang zu einem breiten Leistungsangebot [2, 3, 4]. Ebenso legt die Digitalisierung Optimierungspotenziale offen: Denn die Industrie 4.0 macht bestehende Geschäftsabläufe transparent.

Klimaschutz hat hohe ökonomische Relevanz

Bewegungen wie »Fridays for Future« heben schon lange die Notwendigkeit tiefgreifender Maßnahmen für den Schutz unserer Umwelt hervor. Die Dringlichkeit für Klimaschutz ist seit den Flutkatastrophen in Nordrhein-Westfalen und Rheinland-Pfalz im Juli 2021 auch in Deutschland greifbar geworden. Neben der ökologischen Komponente hat der Klimawandel aufgrund der hohen katastrophengebunden Schäden aber auch einen nicht zu unterschätzenden ökonomischen Aspekt. Für Unternehmen bedeutet dies zusätzlich zu einer wachsenden gesellschaftlichen Verantwortung kurzfristig auch, dass sie immer mehr rechtlichen Vorgaben sowohl auf nationaler

als auch internationaler Ebene gerecht werden müssen [5]. Mit Hilfe einer geeigneten Nachhaltigkeitsstrategie können Klimaschutz und ökonomisches Wachstum jedoch Hand in Hand gehen.

Ein Modell von Deloitte zeigt, dass das Bruttoinlandsprodukt im Falle drastischer Maßnahmen auf lange Sicht stärker wächst als ohne Klimaschutz [6]. Dänemark beispielsweise verfolgt eine Klima- und Energiestrategie mit ambitionierten Zielen. Das Land erreichte zwischen 1990 und 2017 ein Wirtschaftswachstum von 54 Prozent. Gleichzeitig konnten die Treibhausgasemissionen um 29 Prozent reduziert werden [7]. Auch in vielen Bereichen der Umwelttechnologie nimmt Dänemark heute eine Vorreiterrolle ein [7].

Diese Entwicklungen zwingen Unternehmen immer stärker, die fundamentale ökonomische Geschäftslogik infrage zu stellen. Um die Transformation hin zu einem zukunftsfähigen Unternehmen zu schaffen, werden in der Theorie verschiedene Ansätze diskutiert: Einer davon ist der »De-Growth«- oder Post-Wachstumsansatz, der das Erreichen der Ziele nur durch Verzicht auf ökologisches Wachstum für möglich hält. Sowohl die Umsetzbarkeit als auch die Sinnhaftigkeit dieses Ansatzes lassen sich jedoch stark bezweifeln [8].

Eine Alternative bildet der »Green Growth«- oder Entkoppelungsansatz: Dieser geht davon aus, dass Wirtschaftswachstum ohne gleichzeitige Verschwendung ökologischer Ressourcen möglich ist; also von der Möglichkeit einer weitgehenden Entkoppelung von Wirtschaftswachstum und Umweltverbrauch [8]. Hier sind nicht nur neue Technologien, sondern auch völlig andere Fähigkeiten und Organisationsstrukturen gefragt. Da es Aufgabe des Technologiemanagements ist, technologische Innovation neu zu denken und zu managen, muss auch dieses sich verändern und weiterentwickeln.

Das vorliegende Whitepaper geht der Frage nach, welche Produkte und Leistungen, beziehungsweise Elemente der Produktion und Wertschöpfung, Unternehmen anpassen müssen, um wettbewerbsfähig zu bleiben und ihre ökonomische und ökologische Nachhaltigkeit sicherzustellen. Ein neues Leitbild für das Technologiemanagement kann Unternehmen Impulse geben, den Wandel aktiv zu gestalten.

Technologiemanagement im Spannungsfeld der Nachhaltigkeit

Zur Beschreibung nachhaltiger Verantwortungsbereiche in Unternehmen hat sich der Ausdruck »ESG« etabliert: »Environment« (Umwelt), »Social« (Soziales) und »Governance« (verantwortungsvolle Unternehmensführung) [9] gewinnen als Wettbewerbsfaktoren an Bedeutung. Auf den sozialen Bereich kann das Technologiemanagement nur begrenzt Einfluss nehmen, daher stehen in diesem Whitepaper die Umweltverträglichkeit und der Einfluss auf die Unternehmensführung im Fokus. Der Auftrag des Technologiemanagements ist es, technologische und innovative Fähigkeiten im Unternehmen effektiv und effizient aufzubauen, um die Nachhaltigkeit und gleichermaßen die Wettbewerbsfähigkeit des Unternehmens sicherzustellen. Hier unterstützt es beispielsweise durch Technologiefrüherkennung und -bewertung, Anpassungen an der Technologiestrategie oder -planung. Das Technologiemanagement erfüllt dazu vier Funktionen [10]:

- **Orientierung und Interpretation:** Um potenzielle Chancen und Risiken frühzeitig zu erkennen, wird in der Technologiefrüherkennung eine transparente Informationsbasis geschaffen. Dies geschieht, indem Signale im Umfeld identifiziert, beobachtet und bewertet werden.
- **Positionierung und Entscheidung:** Im Rahmen der Technologiestrategie legen Unternehmen Analysen fest, wie mit welchen Technologien und Leistungen sie in Zukunft Wettbewerbsvorteile auf- oder ausbauen wollen.
- **Organisation und Planung:** Die Technologieplanung beschäftigt sich dann damit, welche Technologien und Entwicklungsprojekte zu welchem Zeitpunkt gebraucht werden und wie diese organisiert sein müssen.
- **Implementierung und Nutzung:** Im Technologieeinkauf oder der Technologieentwicklung werden entsprechende Kompetenzen im Unternehmen aufgebaut. Die Technologieverwertung dient dazu, das Potenzial der aufgebauten Technologien in Form von Produkten oder Leistungen für Kundinnen und Kunden auszuschöpfen.

Das Technologiemanagement betrachtet vor dem Hintergrund der aktuellen Herausforderungen zwei Dimensionen: 1) den Technologieeinsatz und 2) die Art des Zielbeitrags zur Nachhaltigkeit des Unternehmens.

1. Der Technologieeinsatz kann zwei unterschiedliche Ausprägungen haben: Entweder wird die Technologie für Produkte und Leistungen genutzt oder für deren Produktion und Wertschöpfung.
2. Die Nachhaltigkeit wird im Kontext des Technologiemanagements aus oben genannten Gründen im Sinne der ökonomischen und der ökologischen Nachhaltigkeit betrachtet. Wir ordnen ein, ob die Fähigkeit stärker auf die wirtschaftliche Langlebigkeit oder eine Reduktion des ökologischen Fußabdrucks einzahlt.

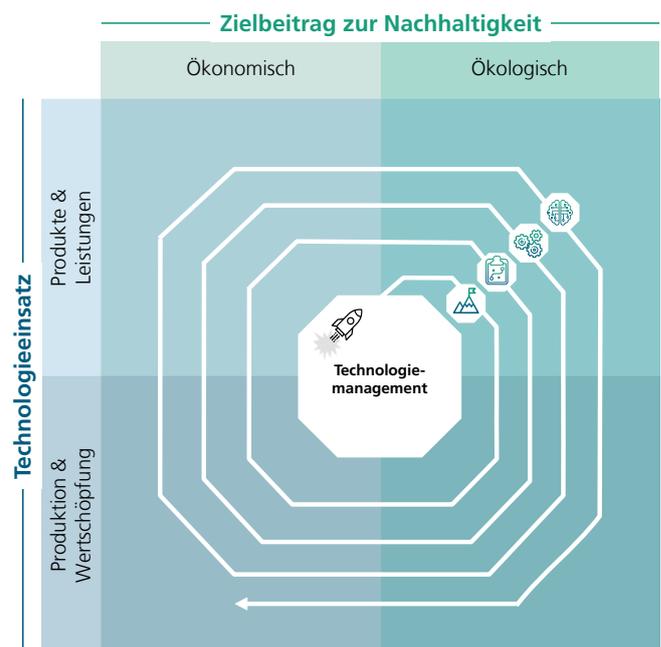


Abbildung 1: Funktionen des TM im Spannungsfeld der Nachhaltigkeit.

Aus jeder Ausprägung der Dimensionen resultiert eine Herausforderung, die unterschiedliche Fähigkeiten eines Unternehmens erfordert.

Fähigkeiten für die Nachhaltigkeitstransformation

Die richtigen Dinge tun: Den Wandel effektiv auf die zukünftigen Herausforderungen ausrichten

Um die Nachhaltigkeit im Unternehmen sowohl unter ökologischen als auch unter ökonomischen Gesichtspunkten strategisch zu verankern, sind zwei Fähigkeiten besonders wichtig: zum einen die Resilienzfähigkeit, die es einem Unternehmen ermöglicht, erfolgreich mit Disruptionen umzugehen. Zum anderen bedarf es der Zirkularitätsfähigkeit (im Sinne einer Kreislaufwirtschaft), um wirtschaftliches Wachstum erreichen zu können, ohne den Ressourcenverbrauch und die Umweltbelastung zu steigern.

Resilienzfähigkeit – mit Disruptionen umgehen

Die Entwicklungen der vergangenen Jahre haben eine Zunahme disruptiver Ereignisse eindrücklich gezeigt. Die Intensität und Geschwindigkeit der Veränderungen im Unternehmensumfeld nehmen zu. Das Akronym VUKA steht für Volatilität, Unsicherheit, Komplexität und Ambiguität und fasst die heutigen Herausforderungen zusammen [12]. Die zunehmende Komplexität spiegelt sich beispielsweise in den exponentiellen

Wirtschaftskraft beeinträchtigen [15]. Auch die Zunahme von Naturkatastrophen bringt erhebliche wirtschaftliche Einbußen mit sich. Im Jahr 2019 gab es 40 Umweltkatastrophen, von denen jede für einen Schaden von mindestens einer Milliarde US-Dollar sorgte [16]. Hinzu kommen weitere Schäden durch Cyberkriminalität: So waren laut einer repräsentativen Studie für das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit bereits mehr als 90 Prozent aller befragten Unternehmen Opfer eines Cyberangriffs [17].

All diese Entwicklungen zeigen die Notwendigkeit für Unternehmen, sich in dem volatilen Umfeld auf solche Ereignisse vorzubereiten (1), sie abzuwenden (2) sich vor ihnen zu schützen (3) sowie flexibel darauf zu reagieren (4) und sich möglichst schnell wieder erholen zu können (5) [18, 19]. So können Unternehmen wettbewerbsfähig bleiben und bestenfalls gestärkt aus Krisen hervorgehen. Diese Kompetenz, die durch diese fünf Phasen gekennzeichnet ist, wird als Resilienz bezeichnet. Es hat sich gezeigt, dass Unternehmen, die in Krisenzeiten flexibel und innovativ waren, nicht nur die Schwierigkeiten besser überstanden, sondern sich auch langfristig positiv von der Konkurrenz absetzen und ihre Resilienz gegenüber zukünftigen Ereignissen ausbauen konnten [20].

Um als Unternehmen resilienter zu werden, ist zunächst eine ausführliche Analyse der eigenen Schwachstellen erforderlich – also der Bereiche, in denen das Unternehmen besonders anfällig oder gefährdet ist –, um hier gezielt präventive Maßnahmen ergreifen zu können [18]. Im Unterschied zum reinen Risikomanagement bereitet sich das Unternehmen mit dem Aufbau von Resilienz nicht nur auf bekannte Risiken vor, sondern verbessert auch seine Fähigkeit mit weiteren unbekanntem externen Ereignissen umzugehen. Im Ergebnis der internen Analyse sollten Maßnahmen definiert werden, die entweder Anpassungen am Produkt- und Leistungsportfolio oder an der Wertschöpfung und Produktion vorsehen. Resilienz ist damit eine strategische Zielgröße, die Unternehmen befähigt, langfristig zu überleben und den wirtschaftlichen Erfolg sicherzustellen. Abbildung 2



You need to recognise the shock, but you shouldn't be shocked by it.«

Anonym

Entwicklung in der Digitalisierung [13]. Hinzu kommen unvorhersehbare Krisen, wie zum Beispiel die Coronapandemie oder der Brexit, die binnen kurzer Zeit das globale Wirtschaftsgefüge erschüttern und so selbst in scheinbar unbeteiligten Ländern die

verortet die Resilienzfähigkeit im Spannungsfeld zwischen dem Technologieeinsatz und dem Zielbeitrag zur Nachhaltigkeit.

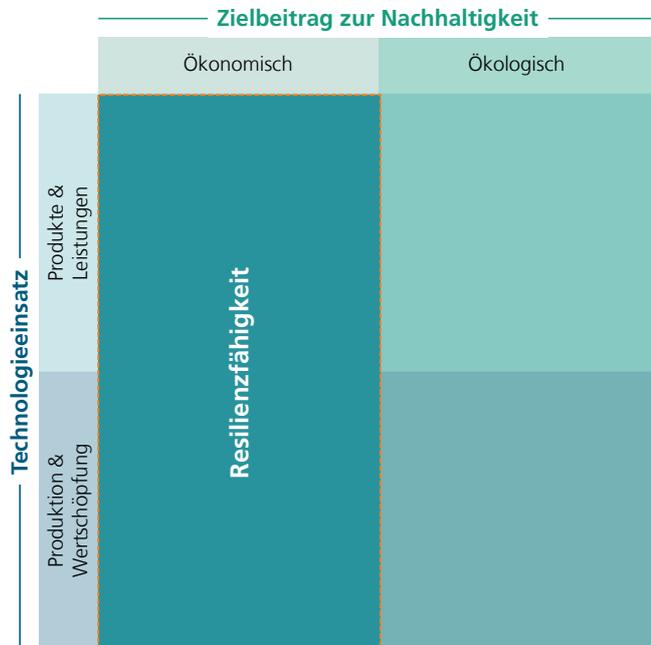


Abbildung 2: Resilienzfähigkeit als Zielzustand für die ökonomische Nachhaltigkeit

Gerade die Coronapandemie hat gezeigt, dass Unternehmen je nach technologiestrategischer Ausrichtung besser oder schlechter durch Krisensituationen kommen [18]. Jedoch steht ein gezielter Aufbau von Resilienz über das Befolgen von Prinzipien wie Robustheit oder Modularität häufig im Konflikt mit anderen strategischen Zielen wie etwa der Profitabilität. Aus diesem Grund ist die Erarbeitung einer Resilienzstrategie, keine einfache, aber eine notwendige Aufgabe.

Zum Aufbau der Resilienz lassen sich unterschiedliche Perspektiven einnehmen: Einerseits spielt die Anfälligkeit für bestimmte Krisentypen wie Cyberattacken, Naturkatastrophen oder Handelskonflikte – genau wie im Risikomanagement – eine wichtige Rolle. Darüber hinaus ist aber auch eine Betrachtung aus Perspektive der Gestaltungsbereiche innerhalb eines Unternehmens erforderlich [18].

Darin bieten einerseits die an unternehmensextern orientierten Gestaltungsbereiche Möglichkeiten zu handeln: So kann ein Unternehmen über eine Veränderung im adressierten Markt und in der Positionierung zum Wettbewerb oder über das Produkt- und Leistungsportfolio die Resilienz beeinflussen. Hinzu kommen unternehmensinterne Entscheidungen, zum Beispiel über die eigene Wertschöpfungstiefe oder die Flexibilität von Prozessen, die Einfluss auf die Agilität und Innovationskraft eines Unternehmens und damit auf die Resilienz nehmen. Eine

Betrachtung der zuvor genannten fünf Phasen der Resilienzentwicklung hilft dabei, die Stärken und Schwächen im Verlauf von Krisen zu erkennen: Die Analyse der Betrachtungsdimensionen – nach Krise, Gestaltungsbereich oder Resilienzphase – schafft Orientierung in einem komplexen Umfeld und dient einer zukunftsgerechten Unternehmensausrichtung. Vor allem die Untersuchung der Gestaltungsbereiche bietet eine Grundlage für Unternehmen, sich zu positionieren und zu einer Entscheidung zu finden, die das Unternehmen resilienter macht und damit langfristig wirtschaftlichen Erfolg gewährleistet.

Da ökonomische Nachhaltigkeit im Sinne der Resilienz zunehmend auch von ökologischer Nachhaltigkeit abhängt, müssen Unternehmen zielgerichteter daran arbeiten, ihr wirtschaftliches Wachstum von Ressourcenverschwendung und Umweltbelastung zu entkoppeln. Dafür kann die Kreislaufwirtschaft eines der Schlüsselemente sein [21].

Projektbeispiel – Entwicklung einer Roadmap zur Steigerung der Resilienz

Ziel

Um sich effektiv auf Ereignisse vorzubereiten und widerstandsfähiger zu sein als der Wettbewerb, sollen gezielte Maßnahmen anhand einer Resilienzstrategie und -roadmap ausgewählt und priorisiert werden.

Vorgehen

Die Entwicklung der Roadmap gliedert sich in drei Schritte: Im ersten Schritt wird eine Vulnerabilitätsanalyse des Unternehmens aus drei Perspektiven durchgeführt: mit Bezug auf eine Anzahl möglicher Krisen, auf den Gestaltungsbereich und auf die Resilienzphasen (Prepare, Prevent, Protect, React, Recover). Für die Bewertung wird untersucht, inwieweit das Unternehmen in unterschiedlichen Bereichen sogenannte Resilienzprinzipien erfüllt, zum Beispiel Modularität, Vielfalt oder Redundanz. Anschließend gilt es, strategische Resilienzziele zu definieren, um gezielt die gefundenen Schwächen auszugleichen. Abschließend können aus der Analyse der Ziele und Schwächen Maßnahmen abgeleitet sowie Handlungsalternativen ausgewählt und priorisiert werden, um die gesteckten Ziele zu erreichen.

Ergebnis

Als Ergebnis werden die Stärken und Schwächen aus der Analyse des Resilienzreifegrades aufbereitet und ein Maßnahmenprogramm zur Steigerung der Resilienz entwickelt, das unter Abwägung der konkurrierenden normativen Ziele gezielt die identifizierten Schwächen ausgleicht.

Zirkularitätsfähigkeit: Reduce, reuse, recycle

Schäden durch die Klimakrise werden auch in Europa immer deutlicher spürbar. Längst sind nicht mehr nur weit entfernte Länder betroffen. So hat sich beispielsweise die Wahrscheinlichkeit für extreme Wetterereignisse wie die Flutkatastrophe in Nordrhein-Westfalen und Rheinland-Pfalz im Sommer 2021 um das 1,2- bis 9-Fache erhöht [22]. Die Auswirkungen der Klimakrise machen auch vor der Wirtschaft nicht halt: Laut einer Studie von Deloitte ist ein Anteil von 89 Prozent des deutschen Bruttoinlandsprodukts einem hohen Risiko durch den Klimawandel ausgesetzt [6]. Dieselbe Studie prognostiziert zudem, dass eine fehlende Reaktion auf die heute schon absehbaren Folgen des Klimawandels die deutsche Wirtschaft langfristig mehr kosten wird als eine umfassende Umstellung hin zu ökologischer Nachhaltigkeit – ein Effekt, der sich auf lange Sicht jährlich verstärkt [6].

Mit Blick auf die ökonomische Nachhaltigkeit eines Unternehmens gewinnen zudem auch ESG-Ratings von Kreditinstituten an Gewicht [23–25]. Da sich Kreditinstitute und Investoren in ihrer Entscheidung an solchen Einstufungen orientieren oder sogar Kredite an das Ergebnis koppeln, kann eine Vernachlässigung der Nachhaltigkeitsziele ein erhebliches Geschäftsrisiko mit sich bringen [24].

Ein weiterer Fokus auf die ökologische Nachhaltigkeit wird noch dazu begleitet von einer veränderten Erwartungshaltung der Kundinnen und Kunden: Ein Großteil der Konsumentinnen und Konsumenten legt heute Wert auf Nachhaltigkeit bei der Auswahl eines Produkts, ist allerdings kaum bereit, einen höheren Preis dafür zu zahlen [26].

Diese Entwicklungen führen dazu, dass sich jedes Unternehmen selbstkritisch hinterfragen muss, wie es seine Wettbewerbsfähigkeit langfristig aufrechterhalten möchte. Vor dem ökonomischen Erfolg stehen deshalb zwei zentrale Herausforderungen [25]: Erstens muss eine höhere Öko-Effektivität, also eine geringere direkte oder indirekte Umweltbelastung durch das Unternehmen, forciert werden. Zweitens muss eine höhere Öko-Effizienz erreicht werden, das heißt, Ziel ist besseres Verhältnis zwischen ökonomischer und ökologischer Nachhaltigkeit durch eine bessere Ausschöpfung der genutzten Ressourcen.

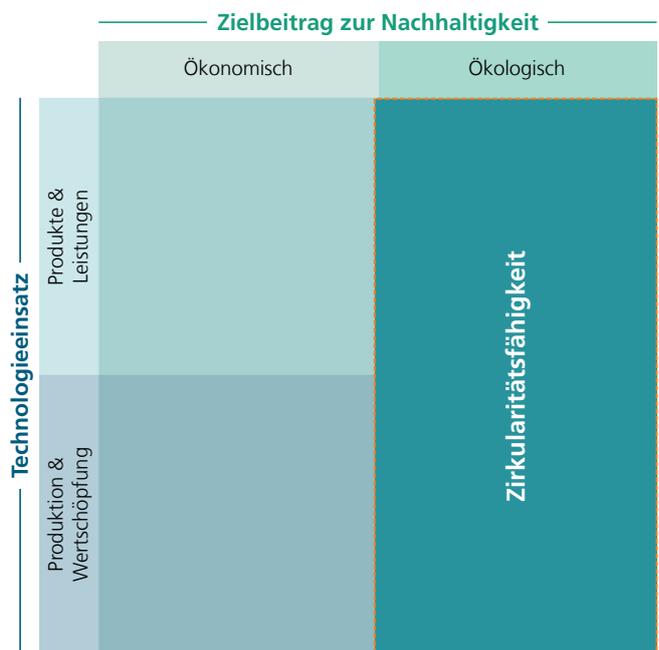


Abbildung 3: Zirkularitätsfähigkeit als Zielzustand für ökologische Nachhaltigkeit



Sustainability is not just a paradigm of being nice, it is purely also helping growth, because it is innovation towards society.«

Saori Dubourg
BASF

Um die Klimaziele zu erreichen und gleichzeitig regulatorischen Anforderungen gerecht zu werden oder gar Strafzahlungen zu entgehen, ist es wichtig, eine technologieorientierte Nachhaltigkeitsstrategie zu formulieren. Diese bietet Orientierung wie sich die Umweltbelastung am effektivsten reduzieren lässt – sowohl durch Anpassungen im Produkt- und Leistungsportfolio, etwa in Richtung »grüner« Produkte, als auch durch Veränderungen in Produktion und Wertschöpfung, zum Beispiel indem Energie- und Ressourceneffizienz durch Industrie 4.0 oder optimierte Lieferketten forciert wird. Damit leistet die Zirkularitätsfähigkeit den stärksten Beitrag zu den ökologischen Nachhaltigkeitszielen (s. Abbildung 3).

Um das Technologie- und Innovationsmanagement auf eine ökologisch nachhaltige Zukunft auszurichten, stellen sich weitere Fragen: Wo besitzt das Unternehmen besondere ökologische Schwachstellen? Und in welches Potenzial besteht, Ressourcenverbräuche zu reduzieren oder stärker von der Leistungserbringung zu entkoppeln [21, 25]? Erste Ansatzpunkte bieten Effizienzsteigerungen in der Wertschöpfung oder Anpassungen am Produkt oder Geschäftsmodell [8]. Eine Analyse, die konkreten Maßnahmen vorangeht, sollte mit Blick auf die Zirkularität dem Grundsatz »reduce, reuse, recycle« folgen. Im ersten Schritt wird hier häufig der Ressourceneinsatz auf ein absolutes Minimum reduziert [27]. Wo der Einsatz von Ressourcen erforderlich ist, muss im zweiten Schritt ihre Ausschöpfung maximiert werden [28]. Effizienzsteigerungen (z.B. durch Ausschussminimierung) in der Produktion durch Industrie 4.0 [29] oder Sharing- oder Pay-per-Use-Geschäftsmodelle können hier gegenüber transaktionalen Geschäftsmodellen durch Verkauf von Vorteil sein [27]. Hat das Produkt schließlich das Ende seiner Lebensdauer erreicht, muss es in eine Kreislaufwirtschaft eingehen, die brauchbare Materialien oder Komponenten wiederverwendet und die übrigen dem Recycling zugeführt [21, 27, 28]. Da das Modell der Kreislaufwirtschaft Systeminnovationen erfordert, also nicht von einem Unternehmen allein umgesetzt werden kann, kommt der Fähigkeit zur Kooperation in Innovationsökosystemen eine zentrale Bedeutung zu.

Je nach Bedarf zielt daraufhin die nachhaltigere Technologiestrategie auf das Produkt- und Leistungsportfolio, die Wertschöpfung oder beides ab. Die Entwicklung einer ökonomisch wie ökologisch nachhaltigen Vision und Strategie hilft dabei, intern für Veränderung zu mobilisieren und das Leitbild andererseits extern erfolgreich vermarkten zu können.

Eine solche Strategie bietet Richtungsweisung im Angesicht der Klimakrise und hilft dabei, Chancen einer ökologischen Unternehmensführung zu erkennen und wahrzunehmen. Die strategische Positionierung des Unternehmens bildet die Grundlage für die Planung konkreter Maßnahmen und gibt vor, welche organisatorische oder prozessuale Struktur im Unternehmen zukünftig benötigt wird.

Projektbeispiel – Experience Day zu Green Tech im Maschinen- und Anlagenbau

Ziel

Der Experience Day zielt darauf ab, neue Impulse für das strategische Wachstum und passende Innovationsprojekte zu gewinnen. Daraus sollen konkrete Handlungsfelder für die Diversifikation des Kerngeschäfts hin zu einem nachhaltigeren Wirtschaften abgeleitet werden.

Vorgehen

In Vorbereitung des Tages werden konkrete Innovationsfelder für Green Growth im Maschinen- und Anlagenbau erarbeitet und der Workshop organisatorisch gestaltet. Geeignete Technologieexpertinnen und -experten eröffnen durch Impulsvorträge mit anschließender Fragerunde den Experience Day. Während des darauffolgenden Workshop-Teils diskutieren und bewerten die Teilnehmenden in moderierten Sessions kreative und zukunftsfähige Ansätze für eine Diversifikation des bestehenden Kerngeschäfts. Anschließend tragen die Teilnehmenden in Diskussionen mit der Moderation und den Expertinnen und Experten die Ergebnisse des Workshops zusammen und leiten Handlungsfelder ab.

Ergebnis

Ergebnis des Workshop-Tages ist ein Überblick über Markt- und Technologietrends sowie die Identifikation von Handlungsfeldern für das Unternehmen. Die Inhalte des Workshop-Tages sowie die Handlungsfelder werden abschließend dokumentiert und dem Unternehmen übergeben.

Die Dinge richtig tun: Den Wandel effizient in der Organisation umsetzen

Um ökonomische und ökologische Nachhaltigkeit möglichst wirkungsvoll zu erreichen, bedarf es zweier Fähigkeiten: Die Explorationsfähigkeit eines Unternehmens kommt durch Innovation und Agilität hauptsächlich einer Anpassung der Produkte und Leistungen zugute. Die Digitalisierungsfähigkeit unterstützt die Optimierung der Produktion und Wertschöpfung durch einen gelungenen Ausbau der digitalen Infrastruktur und Ausschöpfung von Datenpotenzialen. Das erlaubt insbesondere eine höhere Flexibilität und besseres Management der oft steigenden Komplexität.

Explorationsfähigkeit – neue Geschäftsfelder erschließen

Viele Unternehmen haben in den vergangenen Jahrzehnten sehr stark auf bestehende Kompetenzen gesetzt und von schrittweiser Innovation im Kerngeschäft profitiert – das allein reicht allerdings heute nicht mehr aus um am Markt zu bestehen [30]. Eine Vielzahl technologischer Neuerungen, eine neue Erwartungshaltung der Kundinnen und Kunden sowie gesteigerte Anforderungen an den Nachweis von Nachhaltigkeit tragen zu einem Unternehmensumfeld bei, das sich immer rascher wandelt, und zu einem wachsenden Bedarf an radikaler und disruptiver Innovation [31]. Für eine Veränderung der bestehenden Geschäftslogik ist es unerlässlich, die Fähigkeit des Unternehmens zur Exploration zu steigern und sich durch Innovationen, Tempo und Wille zur Veränderung an die

Dynamik des Marktes anzupassen [31]. Viele Unternehmen haben Schwierigkeiten damit, Trends mit der erforderlichen Geschwindigkeit in Produkt- und Prozessinnovationen zu übersetzen oder gar neue Geschäftsfelder oder -modelle aufzubauen [31].

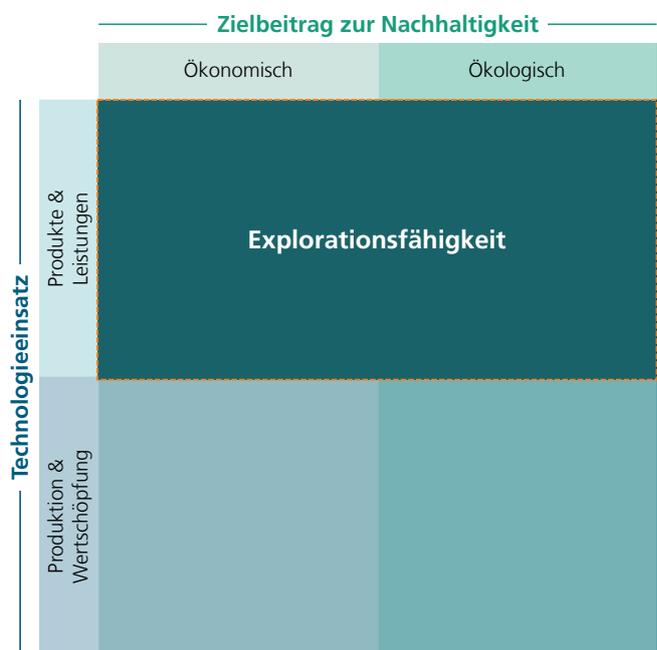


Abbildung 4: Explorationsfähigkeit als Katalysator für die Transformation von Produkten und Leistungen



At least 40% of all businesses will die in the next 10 years ... if they don't figure out how to change their entire company to accommodate new technologies.«

John Chambers
Cisco Systems

Um dieser Herausforderung zu begegnen, nutzen einige Unternehmen unterschiedliche Ansätze des Corporate Venturing. Dies umfasst im engeren Sinne Methoden des Corporate Venture Capital, also die Anlage von Risikokapital in vielversprechende Start-ups. Im weiteren Sinne umfasst der Begriff auch andere Ansätze, die dem Unternehmen dabei helfen, kontrolliert und effektiv Wagnisse einzugehen. Zur letzten Kategorie zählen zum Beispiel separate Innovationseinheiten wie Inkubatoren, Innovation Labs, oder Tech Center. Diese arbeiten in einem geschützten Rahmen mit einem eigens dafür zuständigen Team an disruptiver Veränderung. Solche Einheiten verfolgen unterschiedliche Strategien und reichen von der Transformation des Kerngeschäfts durch Innovation mit Bezug zum aktuellen Leistungsangebot [32] bis hin zu rein finanziell getriebenen Unternehmensbeteiligungen für den Zugriff auf bisher fremde Märkte oder Kompetenzen [33]. Auch Abstufungen oder mehrere Vehikel gleichzeitig sind möglich und je nach Situation sinnvoll.

Die Explorationsfähigkeit ist für das Gelingen der Nachhaltigkeitstransformation eines Unternehmens unerlässlich, denn sie bereitet den Weg für schnelle Erneuerungen am Produkt- oder Leistungsportfolio. So gelingt es Unternehmen, sich schneller an neue oder veränderte Marktbedürfnisse anzupassen. (s. Abbildung 4).

Die Explorationsfähigkeit muss passend zur jeweiligen Situation und Strategie eines Unternehmens aufgebaut werden: Bei der Wahl einer geeigneten Art von Corporate Venturing existieren unterschiedliche strategische Optionen, die sich in drei Kategorien aufteilen lassen [34]: (1) Externes Corporate Venturing durch finanzielle Beteiligungen an externen Startups, etwa durch Corporate Venture Capital, (2) internes Corporate Venturing, beispielsweise durch interne Inkubatorenprogramme, oder (3) Kollaboratives Corporate Venturing für gezielte partnerschaftliche Innovation mit Externen.

Bei der Ausgestaltung einer Corporate-Venturing-Einheit sollte das Management nicht nur auf die organisatorischen, prozessualen und räumlichen Strukturen, sondern auch auf ein geeignetes Performance-Management-System achten. Dies muss ausreichend Transparenz bieten, um die Einheit und deren Aktivitäten zielgerichtet steuern zu können.

Dann können Vehikel des Corporate Venturing dazu beitragen, die Maßnahmen, die in der Analyse erarbeitet wurden, schneller umzusetzen. Konkrete Vorteile sind dabei die kürzeren Entscheidungsprozesse und eine schnellere Umsetzung aufgrund der größeren Flexibilität. Aber auch die Bereitschaft, Neues auszuprobieren, und die Unabhängigkeit gegenüber dem etablierten Unternehmen spielen eine wichtige Rolle.

Ansätze des Corporate Venturing schaffen Strukturen, die es ermöglichen, agil am Markt zu agieren und Innovationen voranzutreiben. Somit trägt der Ausbau der Explorationsfähigkeit sowohl zur Orientierung als auch zur Organisation und Planung der Umsetzung der Resilienz- und Nachhaltigkeitsstrategie in einem Unternehmen bei. Das beschleunigt außerdem die Umsetzung in Produkten und Leistungen, sodass sich das Unternehmen im Wettbewerb besser durchsetzen kann.

Projektbeispiel – Ausgestaltung einer separaten Innovationseinheit

Ziel

Um effizient Innovationen außerhalb des Kerngeschäfts aufzuspüren und umzusetzen, sollen bei der initialen Ausgestaltung der Innovationseinheit sowohl der organisatorische Rahmen in Form von Räumlichkeiten, Rollen und Kompetenzen oder der Verbindung zum Mutterunternehmen, als auch die strategische Ausrichtung und der Innovationsprozess inklusive Controlling gestaltet werden.

Vorgehen

In gemeinsamen Workshops mit dem Top-Management des Unternehmens wird zunächst der konkrete Zweck der Einheit definiert, zum Beispiel Technologieentwicklung, Digitalisierung interner Prozesse oder Geschäftsmodellinnovation. Anschließend erfolgt ein Abgleich mit den Teilstrategien des Unternehmens zur inhaltlichen Ausrichtung, Organisations- und Prozessgestaltung und es werden Entscheidungspunkte und Steuerungsmechanismen festgelegt. Für die Gestaltung der Schnittstellen zum Kernunternehmen und zur Sicherstellung breiter Akzeptanz in der Belegschaft sind Gespräche mit relevanten Stakeholdern und eine transparente Kommunikation durch die Geschäftsleitung empfehlenswert.

Ergebnis

Die Ausgestaltung der separaten Einheit wird in einem internen Handbuch zusammengefasst. Neben den Beschreibungen der erforderlichen Räumlichkeiten und Ausstattung, der Prozessphasen und Managementmethoden kann dies auch konkrete Methoden und Templates für verschiedene Aufgaben im Innovationsprozess beinhalten.

Digitalisierungsfähigkeit – sich digital neu erfinden

Die gesellschaftlichen Trends hin zu stärkerer Individualisierung, kürzere Entwicklungszyklen und eine steigende Produkt- und Variantenvielfalt [35] führen teilweise zur Strangulation des Kerngeschäfts etablierter Unternehmen [36]. Laut einer Studie von Roland Berger hat sich die Produktvarianz zwischen 1997 und 2012 mehr als verdoppelt, während die Lebenszyklusdauer im gleichen Zeitraum um über 25 Prozent gesunken ist [37]. Digitale Technologien, Sensorik, Methoden wie Big Data Analytics oder Modelle wie der digitale Schatten bieten vielfältige Möglichkeiten, um als Unternehmen mit diesen Entwicklungen Schritt zu halten [4].

Greifbar werden die Vorteile am Beispiel des digitalen Zwillings: Ein virtuelles Abbild des Produkts oder der Produktion ermöglicht es, Abläufe entlang der gesamten Wertschöpfungskette zu revolutionieren, die Effizienz zu steigern, Fehler zu verhindern und Entwicklungszyklen zu verkürzen [38]. Dem digitalen Zwilling kommt daher sowohl in ökologischer als auch ökonomischer Hinsicht eine Schlüsselrolle bei der Sicherung der langfristigen Wettbewerbsfähigkeit zu.

Die Digitalisierungsfähigkeit wird aus diesen Gründen auch als »Enabler« für eine zukunftsgerechte Unternehmensführung bezeichnet [39]. Sie eröffnet eine Reihe von Potenzialen [40]: unter anderem eine höhere Flexibilität im Produktionsprozess, um die Individualisierung der Produkte zu erleichtern sowie eine Steigerung der Produktivität im Vergleich zu konventionellen Produktionsmaßnahmen. Weitere Potenziale ergeben sich durch die höhere Wertschöpfung qualitativ hochwertigerer Produkte und durch geringere Ausfallraten infolge der Automatisierung.

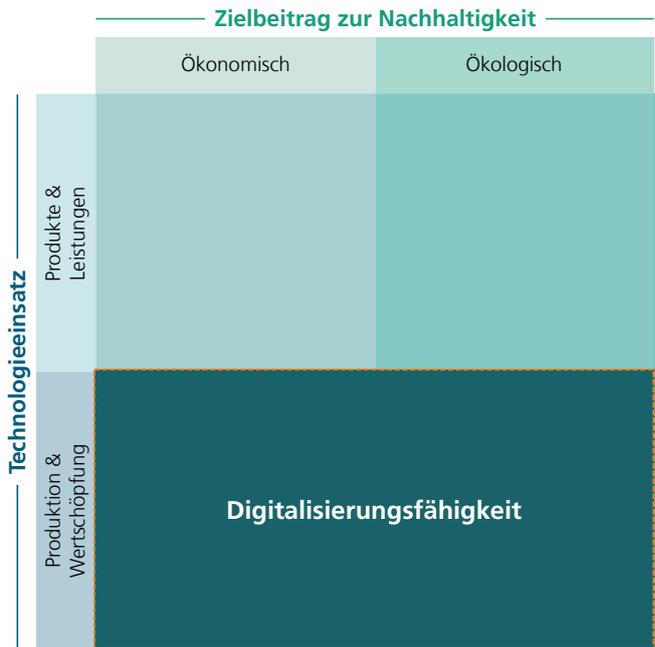


Abbildung 5: Digitalisierungsfähigkeit als Katalysator für Transformation in Produktion und Wertschöpfung

Bezeichnend für die Digitalisierungsfähigkeit ist der Zuwachs sowohl der Menge als auch der Bedeutung von Daten. Daten zu sammeln, zu speichern und zu verarbeiten birgt jedoch auch Unsicherheiten und Risiken für Unternehmen, zum Beispiel durch fehlende Datensicherheit. Cyberkriminalität verursacht in der deutschen Industrie einen jährlichen Schaden von rund 50 Milliarden Euro [40]. Datenschutz und Datensicherheit gewinnen daher zunehmend an Bedeutung und Komplexität. Als »Rohstoff der Zukunft« [41–43] bieten Daten jedoch die Möglichkeit, neuen Herausforderungen besser gerüstet entgegenzusehen.



Die digitale Transformation ist nicht länger eine Option, sondern sie ist erfolgsbestimmend.«

Der Ausbau der Digitalisierungsfähigkeit ermöglicht es Unternehmen, auf unterschiedlichsten Ebenen anzusetzen [4]. Veränderungen an Produktion und Wertschöpfung können die ökologische und ökonomische Nachhaltigkeit ebenso verbessern wie sich durch smarte Produkte und neue Geschäftsmodelle ungenutzte Potenziale bei Produkten und Leistungen erschließen lassen (s. Abbildung 5).

Eine Studie von Deloitte in Kooperation mit der MIT Sloan Management Review kam zu dem Ergebnis, dass die digitale Transformation nur mit Hilfe einer gezielten und greifbaren Strategie erfolgreich sein kann [42]. Allerdings verfolgen Unternehmen in 95 Prozent der Fälle keine klaren Ziele hinsichtlich der Digitalisierung, sondern reagieren lediglich auf den Druck durch neue Marktteilnehmer [44]. Die wachsende Geschwindigkeit und Komplexität von Entwicklungszyklen und Produkten macht es für Unternehmen jedoch unerlässlich, sich bei der Revolution hin zur Industrie 4.0 zielgerichtet weiterzuentwickeln [43]. Das erfordert einen ganzheitlichen strategischen Ansatz, der die gesamte Wertschöpfungskette umgestaltet: zu einem datengestützten Prozess mit Fokus auf die Wertschöpfung und den Nutzen für Kundinnen und Kunden [42]. Auf diese Weise wird das Leistungspotenzial des Unternehmens aufgedeckt und ausgebaut, sodass dem Unternehmen trotz Volatilität und Unsicherheit des Marktes mit einer passenden Strategie sogar Wettbewerbsvorteile entstehen können. Die Gestaltung einer solchen Strategie ist erfahrungsgemäß ein komplexer und kontinuierlicher Prozess, der ständig überarbeitet und angepasst werden muss [42].

Die Positionierung und Entscheidung innerhalb der Strategie ermöglicht die Planung und Organisation der Unternehmensprozesse hin zur Digitalisierung und ebnet einen klar erkennbaren Weg zum effizienten Erreichen der erarbeiteten Resilienz- und Nachhaltigkeitsziele.

Projektbeispiel – Digitalisierungsstrategie in der Molkereiindustrie

Ziel

Um systematisch abzuleiten, an welchen Stellen und mit welchen Maßnahmen ein Unternehmen aus der Lebensmittelindustrie von einer Digitalisierung profitieren könnte, sollten Umfeldanalysen zu Markt- und Technologietrends sowie interne Analysen zu Schwachstellen und Potenzialen in den internen Prozessen durchgeführt werden.

Vorgehen

Zunächst wurde anhand von Desktoprecherchen Experteninterviews in der Lebensmittelindustrie und Prozesstechnologie analysiert, welche Markt- und Technologietrends für das Unternehmen vor dem Hintergrund der Digitalisierung relevant werden. Angelehnt an den Industrie-4.0-Maturity-Index der acatech [45] wurde die Reife des Unternehmens auf dem Weg zur Industrie 4.0 im Rahmen von Produktionsbegehungen und Interviews untersucht und bewertet. Dabei wurden sowohl die Ressourcen und Informationssysteme als auch die Organisationsstruktur und Kollaboration bewertet.

Ergebnis

Auf Basis der Analysen wurden konkrete Zielbilder für das Unternehmen erarbeitet und im Rahmen von Workshops mit der Geschäftsleitung priorisiert. Auf dieser Basis ließen sich konkrete Maßnahmen und dafür erforderliche Technologien definieren und beschreiben sowie in eine zeitlich sinnvolle Reihenfolge bringen.

Autoren



**Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wirt.-Ing.
Günter Schuh**

Mitglied des Direktoriums des Fraunhofer IPT
und Inhaber des Lehrstuhls für Produktions-
systematik am WZL der RWTH Aachen



Leonie Krebs, M. Sc.

Gruppenleiterin Technologieplanung,
Strategisches Technologiemanagement



Helen Becker, B. Sc.

Wissenschaftliche Mitarbeiterin,
Strategisches Technologiemanagement



Dr.-Ing. Marc Patzwald

Abteilungsleiter,
Strategisches Technologiemanagement

Literatur

- [1] P. Haberstock, ESG-Kriterien. [Online]. Verfügbar unter: <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/esg-kriterien-120056> (Zugriff am: 16. Februar 2022).
- [2] G. Schuh und S. Klappert, *Technologiemanagement: Handbuch Produktion und Management 2*, 2. Aufl. Berlin, Heidelberg: Springer, 2011.
- [3] M. Stoffel, »Industrie 4.0 als Agilitätsbooster: Wie produzierende Unternehmen die steigende Komplexität meistern«, *Complexity Management Journal*, Nr. 1, S. 20–27, 2017. [Online]. Verfügbar unter: https://schuh-group.com/site/assets/files/2223/cm-journal_2017-01.pdf
- [4] M. Deeken und T. Fuchs, *Agiles Management als Antwort auf die Herausforderungen der Digitalisierung: Praktische Erkenntnisse und Gestaltungshinweise für die Bankenbranche*. Wiesbaden: Springer Fachmedien, 2018.
- [5] A. Fichter, *Exponentielles Denken*. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.sueddeutsche.de/wirtschaft/digitalisierung-exponentielles-denken-1.3582699> (Zugriff am: 20. Dezember 2021).
- [6] Bundesverband der deutschen Industrie e.V., *Handelskonflikte kennen keine Gewinner*. [Online]. Verfügbar unter: <https://bdi.eu/artikel/news/handelskonflikte-kennen-keine-gewinner/> (Zugriff am: 20. Dezember 2021).
- [7] S. Lund et al., *Risk, resilience, and rebalancing in global value chains*. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.mckinsey.com/business-functions/operations/our-insights/risk-resilience-and-rebalancing-in-global-value-chains> (Zugriff am: 20. Dezember 2021).
- [8] S. Finsterbusch, »Die Wucht ist besorgniserregend«: Immer mehr Hacker-Angriffe. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/digitec/bitcom-mehr-hackerangriffe-auf-deutsche-wirtschaft-17471207.html> (Zugriff am: 20. Dezember 2021).
- [9] G. Schuh, M. Patzwald und L. Krebs, *Resilienz in der Strategiearbeit: Eine Bestandsaufnahme: Whitepaper*, doi: 10.24406/IPT-N-640933.
- [10] E. Unkrig, *Das resiliente Unternehmen: Earned not given*. Norderstedt: Books on Demand, 2018.
- [11] R. Jain, F. Nauck, T. Poppensieker und O. White, *Meeting the future: Dynamic risk management for uncertain times*. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.mckinsey.com/business-functions/risk-and-resilience/our-insights/meeting-the-future-dynamic-risk-management-for-uncertain-times> (Zugriff am: 20. Dezember 2021).
- [12] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit, *Umweltpolitik für eine nachhaltige Gesellschaft: Nachhaltigkeitsbericht des Bundesumweltministeriums zur Umsetzung der 2030-Agenda der Vereinten Nationen*. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.bundesregierung.de/resource/blob/998006/1804738/593db971f28e003a281b-4d9959e80c3e/bmu-bericht-nachhaltigkeit-10-2020-data.pdf?download=1> (Zugriff am: 28. März 2022).
- [13] A. Niranjana, *Hochwasser in Deutschland: Mehr Starkregenfälle durch den Klimawandel*. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.dw.com/de/hochwasser-in-deutschland-mehr-starkregen%C3%A4lle-durch-den-klimawandel-world-weather-attribution/a-58964339> (Zugriff am: 20. Dezember 2021).
- [14] P. Philip, C. Ibrahim und C. Hodges, *Germany's turning point: Accelerating new growth on the path to net zero*. [Online]. Verfügbar unter: https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/global/Documents/821098-02_Germany%27s-Turning-Point.pdf (Zugriff am: 20. Dezember 2021).
- [15] R. Zeidan, C. Boechat und A. Fleury, »Developing a Sustainability Credit Score System«, *Journal of Business Ethics*, Jg. 127, Nr. 2, S. 283–296, 2015, doi: 10.1007/s10551-013-2034-2.
- [16] Deloitte GmbH Wirtschaftsprüfungsgesellschaft, *Verantwortung als Chance: das Transformationsthema Sustainability*. [Online]. Verfügbar unter: <https://www2.deloitte.com/de/de/pages/risk/articles/sustainability-transformation.html> (Zugriff am: 20. Dezember 2021).
- [17] S. Schaltegger, C. Herzig, O. Kleiber, T. Klinke und J. Müller, *Nachhaltigkeitsmanagement in Unternehmen: Von der Idee zur Praxis: Managementansätze zur Umsetzung von Corporate Social Responsibility und Corporate Sustainability*. [Online]. Verfügbar unter: http://pure.leuphana.de/ws/files/1174686/BMU_Nachhaltigkeitsmanagement_in_Unternehmen.pdf (Zugriff am: 28. März 2022).
- [18] Ipsos GmbH, *Deutsche wollen Nachhaltigkeit, aber nicht mehr dafür zahlen: Ipsos Studie: Nur ein Drittel der Deutschen akzeptiert höhere Preise für »grüne« Produkte*. [Online]. Verfügbar unter: https://www.ipsos.com/sites/default/files/2017-04/Ipsos-PI_NachhaltigeProdukte_Dezember2013.pdf (Zugriff am: 20. Dezember 2021).
- [19] T. Döring, »Alternativen zum umweltschädlichen Wachstum«, *Wirtschaftsdienst*, Jg. 99, Nr. 7, S. 497–504, 2019, doi: 10.1007/s10273-019-2481-1.
- [20] E. Fages, H. Tohme und C. Pernet, *Nachhaltigkeit und die sich entwickelnde Kreislaufwirtschaft: Warum Unternehmen ihre Geschäftsmodelle überarbeiten müssen*. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.rolandberger.com/de/Insights/>

- Publications/Nachhaltigkeit-und-die-sich-entwickelnde-kreislaufwirtschaft.html (Zugriff am: 20. Dezember 2021).
- [21] V. Giordano und A. de Fontaine, Drei Schritte zur Kreislaufwirtschaft. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.springerprofessional.de/nachhaltigkeit/energie---umwelt/drei-schritte-zur-kreislaufwirtschaft/19138736> (Zugriff am: 20. Dezember 2021).
- [22] Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Nachhaltige Produktion: Mit Industrie 4.0 die Ökologische Transformation aktiv gestalten. [Online]. Verfügbar unter: https://www.plattform-i40.de/IP/Redaktion/DE/Downloads/Publikation/Nachhaltige-Produktion.pdf?__blob=publicationFile&v=4 (Zugriff am: 20. Dezember 2021).
- [23] C. M. Christensen, *The Innovator's Dilemma: When New Technologies Cause Great Firms to Fail*. Boston: Harvard Business School Press, 1997.
- [24] B. Halecker, K. Hölzle und H. Kayser, *Corporate Venturing und Geschäftsmodellinnovation – Status quo in deutschen Unternehmen: Ergebnisbericht zur Studie*, doi: 10.13140/RG.2.1.2462.0247.
- [25] G. Beckmann, *Corporate Venturing 2.0 – M&A im digitalen Zeitalter*. [Online]. Verfügbar unter: <https://www2.deloitte.com/de/de/pages/mergers-and-acquisitions/articles/corporate-venturing-20-mergers-and-acquisitions-im-digitalen-zeitalter.html> (Zugriff am: 20. Dezember 2021).
- [26] J. Prats, P. Amigó, X. Ametller und A. Batlle, *Corporate Venturing: Achieving Profitable Growth Through Startups*. [Online]. Verfügbar unter: <https://media.iese.edu/research/pdfs/ST-0429-E.pdf> (Zugriff am: 20. Dezember 2021).
- [27] Businessnotes, *Innovationen durch Corporate Venturing fördern*. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.businessnotes.de/collections/corporate-venturing> (Zugriff am: 20. Dezember 2021).
- [28] D. Krause und N. Gebhardt, *Methodische Entwicklung modularer Produktfamilien: Hohe Produktvielfalt beherrschbar entwickeln*. Berlin, Heidelberg: Springer Vieweg, 2018.
- [29] K. Dämon, *Interne Grabenkämpfe blockieren den Fortschritt: Die größte Hürde bei der Digitalisierung*. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.wiwo.de/erfolg/management/digitalisierung-die-groesste-huerde-bei-der-digitalisierung/13036252-2.html> (Zugriff am: 20. Dezember 2021).
- [30] E. Douma, A. Belderok und M. Roelofsma, *A modular future: How to make customization a success*. [Online]. Verfügbar unter: https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwjbn6Jfzuj2AhXYhPOHHfVOCVQQFnoECA4QAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.rolandberger.com%2Fpublications%2Fpublication_pdf%2Froland_berger_modularization_1.pdf&usq=AOvVaw019DAgg17D6gCD346K1Zqx (Zugriff am: 28. März 2022).
- [31] H. Biedermann und M. Topic, »Digitalisierung im Kontext von Nachhaltigkeit und Klimawandel – Chancen und Herausforderungen für produzierende Unternehmen« in *Management-Reihe Corporate Social Responsibility, CSR und Klimawandel: Unternehmenspotenziale und Chancen einer nachhaltigen und klimaschonenden Wirtschaftstransformation*, A. Sihn-Weber und F. Fischler, Hg., Berlin, Heidelberg: Springer, 2020, S. 41–62, doi: 10.1007/978-3-662-59748-4_4.
- [32] Siemens Deutschland, *Digitalisierung in der Industrie: Zwillinge mit Potenzial*. [Online]. Verfügbar unter: <https://new.siemens.com/de/de/unternehmen/stories/industrie/der-digitale-zwilling.html> (Zugriff am: 20. Dezember 2021).
- [33] C. W. Gerberich, »Industrie 4.0 – Digitalisierung, Innovationsmanagement und Führung«, e & i Elektrotechnik und Informationstechnik, Jg. 134, Nr. 7, S. 374–376, 2017, doi: 10.1007/s00502-017-0517-z.
- [34] M. von Hauff, *Nachhaltige Entwicklung: Grundlagen und Umsetzung*, 3. Aufl. Berlin, Boston: De Gruyter Oldenbourg, 2021.
- [35] Bundesministerium für Bildung und Forschung, *Big&Smart Data - Daten als Rohstoff*. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.bildung-forschung.digital/digitalezukunft/de/technologie/daten/big-smart-data-daten-als-rohst-uer-fortschritt-und-innovation/big-smart-data-daten-als-rohstoff.html> (Zugriff am: 20. Dezember 2021).
- [36] Deloitte GmbH Wirtschaftsprüfungsgesellschaft, *Digitale End-to-End-Transformation: Strategien für eine neue Ära*. [Online]. Verfügbar unter: <https://www2.deloitte.com/de/de/pages/strategy/articles/end-to-end-transformation.html> (Zugriff am: 20. Dezember 2021).
- [37] O. Gassmann, C. H. Wecht und S. Winterhalter, »Strategisches Technologiemanagement für die Industrie 4.0: Von der Vision zur Implementierung« in *Mit Innovationsmanagement zu Industrie 4.0: Grundlagen, Strategien, Erfolgsfaktoren und Praxisbeispiele*, P. Granig, E. Hartlieb und B. Heiden, Hg., Wiesbaden: Springer Gabler, 2018, S. 15–27, doi: 10.1007/978-3-658-11667-5_2.
- [38] W. Neun, »Digitalisierung als strategische Herausforderung« in *Strategie und strategisches Management: Herausforderungen in der Unternehmenspraxis*, D. Wohlschlägl-Aschberger, Hg., Frankfurt am Main: Frankfurt School Verlag, 2020, S. 133–150.
- [39] G. Schuh, R. Anderl, J. Gausemeier, M. ten Hompel und W. ten Wahlster, *Industrie 4.0 Maturity Index: Die digitale Transformation von Unternehmen gestalten*. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.acatech.de/publikation/industrie-4-0-maturity-index-die-digitale-transformation-von-unternehmen-gestalten/download-pdf?lang=de> (Zugriff am: 28. März 2022).
- [40] Fraunhofer Institut für Produktionstechnologie IPT und Werkzeugmaschinenlabor WZL der RWTH Aachen, *Werte statt Wachstum: Aachener Institute läuten die Produktionswende ein*. [Online]. Verfügbar unter: https://www.awk-aachen.com/wp-content/uploads/2021/10/20210930_PM_DE_Nachbericht_AWK21.pdf (Zugriff am: 16. Februar 2022).

Kontakt

Dr.-Ing. Marc Patzwald
Technologiemanagement
Telefon +49 241 8904-159
marc.patzwald@ipt.fraunhofer.de

Fraunhofer IPT
Steinbachstraße 17
52074 Aachen
www.ipt.fraunhofer.de

DOI: 10.24406/ipt-n-649049