



Mittelstand-Digital  
**Zentrum**  
**Ruhr-OWL**



# Technologie- und Trendradar

Was müssen Sie als Unternehmen  
bei der Nachhaltigkeitstransformation beachten?

Entwicklungen für Ihr Unternehmen der Zukunft

Mittelstand-  
Digital 

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

# IMPRESSUM

## Kontakt

Mittelstand-Digital Zentrum Ruhr-OWL  
-Geschäftsstelle-  
Emil-Figge-Str. 80  
44227 Dortmund

Tel.: 0231 70096453

E-Mail: [info@mittelstand-digital-ruhr-owl.de](mailto:info@mittelstand-digital-ruhr-owl.de)

[www.mittelstand-digital-ruhr-owl.de](http://www.mittelstand-digital-ruhr-owl.de)

Das Mittelstand-Digital Zentrum Ruhr-OWL ist Teil der Förderinitiative "Mittelstand-Digital", die vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) gefördert wird.

## Impressum

Herausgeber:  
Fraunhofer IEM  
Zukunftsmeile 1  
33100 Paderborn

Redaktion:  
Anke Ebrecht, Nissrin Perez, Charlotte Edzard,  
Lena Mohr, Christian Kürpick

Gestaltung: Giulia Neumann

Bildnachweis Titel: © Pexels

© Mittelstand-Digital Zentrum Ruhr-OWL

---

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	4
<b>2</b>	<b>Unternehmen der Zukunft</b> .....	6
<b>3</b>	<b>Rechtlicher Rahmen für die Nachhaltigkeit</b> .....	7
<b>4</b>	<b>Technologie- und Trendradar</b> .....	8
	4.1 Strategie & Organisation .....	10
	4.2 Kultur & Gesellschaft.....	13
	4.3 Standards & Normen .....	15
	4.4 Politik & Gesetze .....	18
	4.5 Kund:in & Produkte .....	22
	4.6 Technologie.....	25
	4.7 Prozesse & Produktion.....	28
	4.8 Wertschöpfungsketten & -netzwerke.....	30
<b>5</b>	<b>Praxisbeispiel CUNA PRODUCTS GmbH</b> .....	33
<b>6</b>	<b>Fazit und Handlungsempfehlungen</b> .....	35
	<b>Literaturverzeichnis</b> .....	47



# 1 EINLEITUNG

## Ihr Partner für die nachhaltige Transformation im Mittelstand

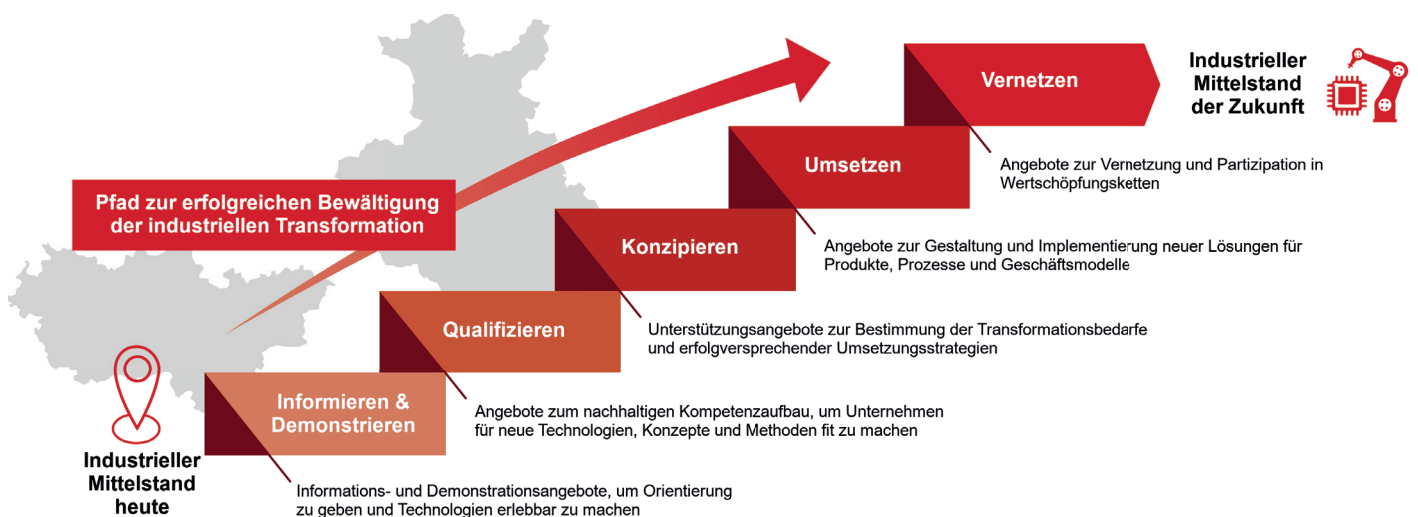
Das Mittelstand-Digital Zentrum Ruhr-OWL begleitet kleine und mittlere Unternehmen (KMU) auf ihrem Weg zur individuellen Digitalisierungsstrategie. Es schafft die Voraussetzungen für einen reibungslosen Start Richtung Industrie 4.0 und bietet Unterstützung sowie praxisnahe Hilfestellung, die sich ganz konkret an den Bedürfnissen und Zielen der Unternehmen ausrichtet.

Über Servicebausteine können sich KMU zur Digitalisierung informieren, zukunftsweisende Technologien erleben, notwendige Kompetenzen erwerben und Digitalisierungsmaßnahmen umsetzen. Das Mittelstand-Digital Zentrum Ruhr-OWL realisiert zahlreiche Informationsveranstaltungen, Roadshows, Lab-Touren, Exkursionen, Workshops und individuelle Unternehmensgespräche rund um das Thema Digitale Transformation sowie zu spezifischen Inhalten wie „Innovationen aus Daten“. Ziel ist es, die Digitalisierung des Mittelstands in der Metropolregion Ruhr und Ostwestfalen-Lippe kontinuierlich, praxisnah und professionell voranzutreiben.

Mehr als 790 Unternehmenssprechstunden, über 200 Potenzialanalysen sowie mehr als 70 Transferprojekte, Pilotierungen und



Das Team des Mittelstand-Digital Zentrum Ruhr-OWL





Umsetzungen wurden unter dem Dach des Vorläufer-Projekts Digital in NRW bereits durchgeführt. Mit dieser beeindruckenden Grundlage im Rücken startet das Mittelstand-Digital Zentrum Ruhr-OWL ein neues Kapitel in der Unterstützung von kleinen und mittleren Unternehmen im digitalen Wandel. Projektpartner sind das Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML und die Digital Hub Management GmbH in Dortmund, das Fraunhofer-Institut für Entwurfstechnik Mechatronik IEM in Paderborn, der Fraunhofer-Institutsteil IOSB-INA in Lemgo und die OstWestfalenLippe GmbH in Bielefeld.

Das Mittelstand-Digital Zentrum ist eingebunden in die zentralen Technologienetzwerke der Region – den Spitzencluster it's OWL Intelligente Technische Systeme OstWestfalenLippe und den Digital Hub Logistics Ruhr – und ergänzt deren Angebote für KMU.

Das Mittelstand-Digital Zentrum Ruhr-OWL wird vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz im Förderschwerpunkt „Mittelstand-Digital“ gefördert. Weitere 28 Mittelstand-Digital Zentren und Mittelstand 4.0 Kompetenzzentren sind bundesweit mit einer analogen Zielsetzung und unterschiedlicher fachlicher Expertise aktiv und für Unternehmen vor Ort ansprechbar.

### Einflussfaktoren auf KMU

Die Klimakrise ist in der Wissenschaft ein unumstrittener Fakt, der die wirtschaftlichen Bedin-

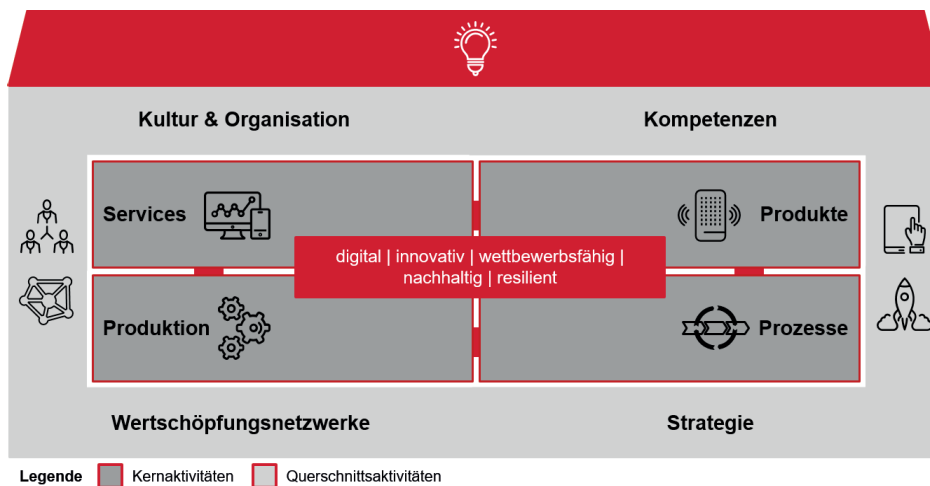
gungen insbesondere in der produzierenden Industrie zukünftig zunehmend beeinflussen wird. Die Knappheit von Ressourcen, die zur Herstellung von Produkten oder von Energie benötigt werden, verändert Lieferketten, Preise und globale Machtverhältnisse. Unternehmen werden zukünftig immer stärker ihre Rohstoffe, Verfahren und strategische Positionierung hinterfragen und neue Antworten in dem aktuellen Wandel finden müssen. Der vorliegende Technologie- und Trendradar als einer der Servicebausteine des Mittelstand-Digital Zentrums Ruhr-OWL fokussiert daher das Thema Nachhaltigkeit und hat zum Ziel, Unternehmen über diese Entwicklungen der kommenden Jahre und damit verbundene technologische Trends zu informieren.

Bereits veröffentlichte Technologie- und Trendradare der letzten Jahre haben sich zum Beispiel mit Schwerpunkten wie „ERP für KMU“ oder allgemeinen Trends zum „Unternehmen der Zukunft“ beschäftigt. Dieser Technologie- und Trendradar bereitet gesetzliche Anforderungen sowie relevante Technologien und Trends rund um die ökologische, soziale sowie ökonomische Nachhaltigkeit eines Unternehmens auf. Hierzu haben die Fraunhofer-Institute IML, IEM und IOSB-INA an den Standorten Ruhr und OWL auf Grundlage der Forschungs- und Transferaktivitäten Technologien und Trends der kommenden Jahre zusammengetragen. Ausgehend von aktuellen und zukünftigen Herausforderungen wird beschrieben, wie nachhaltige Unternehmen der Zukunft aufgestellt sein müssen.



## 2 UNTERNEHMEN DER ZUKUNFT

### Das nachhaltige Unternehmen der Zukunft



In dem Technologie- und Trendradar des Mittelstand Digital Zentrums Ruhr-OWL aus 2022 wurde ganzheitlich das Unternehmen der Zukunft vorgestellt. Wer hier nochmal nachlesen möchte, findet diesen unter: <https://mittelstand-digital-ruhr-owl.de/home/downloads/>

Das Unternehmen der Zukunft umfasst Kernaktivitäten und Querschnittsaktivitäten, um sich digital, innovativ, nachhaltig und resilient im Wettbewerb zu platzieren. In diesem Technologie- und Trendradar liegt der Fokus auf dem Adjektiv „nachhaltig“: Welche Einflussfaktoren, welche Trends existieren im Bereich der Nachhaltigkeit, die ein Unternehmen der Zukunft beeinflussen? Wie kann sich ein KMU nachhaltig für die Zukunft positionieren? Welche Maßnahmen können kurz-, mittel- und langfristig umgesetzt werden? Und welche Gesetze betreffen KMU überhaupt?

#### Ganzheitliche Transformation in KMU

Die Besonderheit der Nachhaltigkeitstransformation für Unternehmen besteht darin, die Digitalisierung entlang der Bereiche Produkte,

Services, Prozesse und Produktion zielgenau als Befähiger der Nachhaltigkeit zu nutzen. Die ambitionierten Nachhaltigkeitsziele im Unternehmen sind jedoch ohne den Einsatz digitaler Technologien nicht zu erreichen. Aus diesem Grund ist eine ganzheitliche Transformation von KMU notwendig, die neben der gleichzeitigen Betrachtung der Digitalisierung und der Nachhaltigkeit auch wieder den Faktor Menschen in den Fokus des Unternehmens rückt.

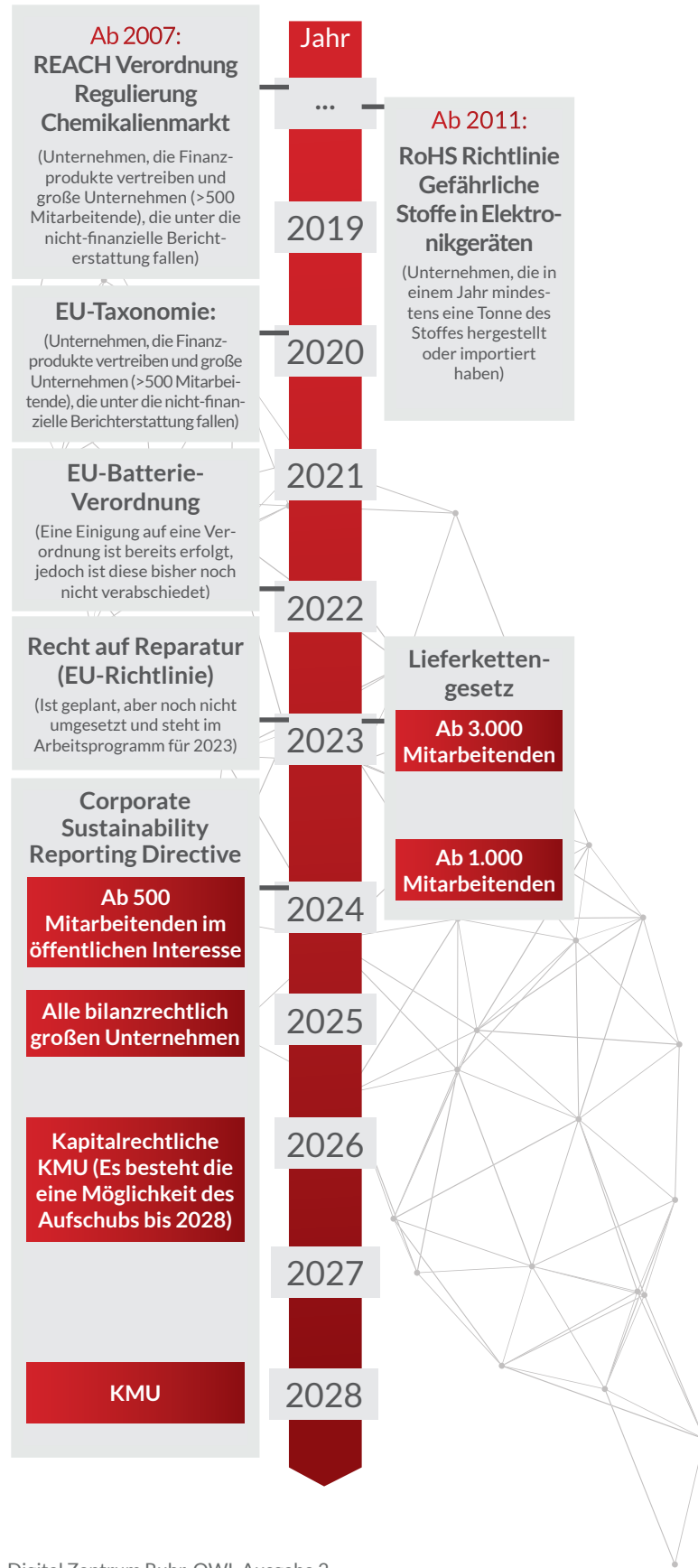
Vor diesem Hintergrund werden ausgewählte Fragestellungen in diesem Technologie- und Trendradar adressiert, wobei sowohl die ökonomische, ökologische, als auch die soziale Nachhaltigkeit betrachtet werden. Das dritte Kapitel ermöglicht einen Überblick über aktuelle rechtliche Grundlagen im Kontext der Nachhaltigkeit. Im vierten Kapitel werden die Technologien und Trends zur Nachhaltigkeit aufgegriffen, die aus Sicht des Mittelstand-Digital Zentrums für den Mittelstand relevant sind. Im fünften Kapitel wird als Praxisbeispiel die nachhaltige Transformation eines Unternehmens aufgezeigt, das sich bereits seit einigen Jahren mit der Thematik auseinandersetzt.

# 3 RECHTLICHER RAHMEN FÜR DIE NACHHALTIGKEIT

Spätestens seit Veröffentlichung der Sustainable Development Goals durch die Vereinten Nationen sowie der Vorstellung des Green Deals der Europäischen Union dominiert das Thema Nachhaltigkeit das wirtschaftliche sowie politische Handeln. Angetrieben von der Vision eines klimaneutralen Europas im Jahr 2050 wurde seitdem durch die Politik eine Vielzahl an rechtlichen Rahmenbedingungen geschaffen, die Unternehmen zu einem nachhaltigen Wirtschaften auffordern.

Für Unternehmen ist es daher essentiell, die zusätzlichen, rechtlichen Anforderungen hinsichtlich der sozialen, ökonomischen und ökologischen Nachhaltigkeit in die bestehende Geschäftslogik zu integrieren. Denn nur durch die Erfüllung der neuen Gesetze, Richtlinien und Verordnungen stellt das Unternehmen die eigene Geschäftsfähigkeit – die sogenannte „licence to operate“ – sicher.

Der folgende Zeitstrahl gibt eine Übersicht über die bereits geltenden, sowie die zukünftig gültigen rechtlichen Rahmenbedingungen. Es wird deutlich: **Nachhaltigkeit ist nicht mehr länger optional.**





# 4 TECHNOLOGIE- UND TRENDRADAR

## Die wichtigsten Themen im Überblick

Um auf zukünftige Herausforderungen vorbereitet zu sein, ist es wichtig, einen Überblick über aktuelle und zukünftige Entwicklungen in der Wirtschaft zu haben. Diese Entwicklungen und ihr Einfluss auf Unternehmen werden in zahlreichen Studien, Berichten und Veröffentlichungen von verschiedensten Autor:innen und Institutionen beschrieben. Hierbei einen Überblick zu behalten und die Auswirkungen der verschiedenen Trends wirklich zu verstehen, ist nicht leicht. Mit Hilfe eines Technologie- und Trendradars können diese Entwicklungen kompakt und übersichtlich aufbereitet, inhaltlich eingeordnet und verständlich erläutert werden. Mittels kurzer Steckbriefe und Erklärungen zu jeder Technologie und jedem Trend wird ein Grundverständnis vermittelt, das eine Einordnung der Entwicklungen und ihrer individuellen Bedeutung möglich macht.

Der Fokus wird hierbei auf Entwicklungen gelegt, die für kleine und mittelständische Unternehmen sehr relevant sind. Hierzu wurden von den Expert:innen verschiedene Technologie- und Trendradare, aber auch diverse andere Studien und Berichte herangezogen und mit Blick auf die Situation von KMU analysiert. Die Ergebnisse werden auf den folgenden Seiten des Technologie- und Trendradars des Mittelstand-Digital Zentrums Ruhr-OWL beschrieben:

Der Technologie- und Trendradar gliedert sich in acht Handlungsfelder, die für eine ganzheitliche Betrachtung von Nachhaltigkeit von Bedeutung sind. Insgesamt wurden 60 Technologien und Trends identifiziert. Diese wurden neben einer Zuordnung zu den verschiedenen Bereichen auch hinsichtlich einer zeitlichen Komponente bewertet. Kurzfristige Technologien und Trends sind dabei häufig heute schon in zahlrei-

chen Unternehmen umgesetzt und haben somit auch bereits einen hohen Einfluss auf die heutige Wirtschaft. Mittelfristige Trends und Technologien sind oftmals noch in der Entstehung und

### STRATEGIE & ORGANISATION

- 1.1 Nachhaltigkeitsstrategie
- 1.2 Nachhaltigkeitsbeauftragte/Chief Sustainability Manager
- 1.3 Nachhaltiges Innovationsmanagement
- 1.4 Corporate Carbon Footprint
- 1.5 CO<sub>2</sub>-Kompensation zur Emissionsreduzierung
- 1.6 Nachhaltiges Talentmanagement
- 1.7 Remote-Arbeit/Home Office
- 1.8 Nachhaltige Corporate Benefits

### WERTSCHÖPFUNGSKETTEN UND -NETZWERKE

- 8.1 Nachhaltige Lieferketten
- 8.2 Direct Trade/Fair Trade
- 8.3 Regionalisierung
- 8.4 Smart Contracts for Supply Chain
- 8.5 Plattformen für Corporate Sustainability Reportings
- 8.6 Resiliente Lieferketten

### PROZESSE & PRODUKTION

- 7.1 Nachhaltiges Wassermanagement
- 7.2 Sektorenkopplung
- 7.3 Zero Pollution
- 7.4 Zero Emission
- 7.5 Zero Waste
- 7.6 Gleichstrom (DC)

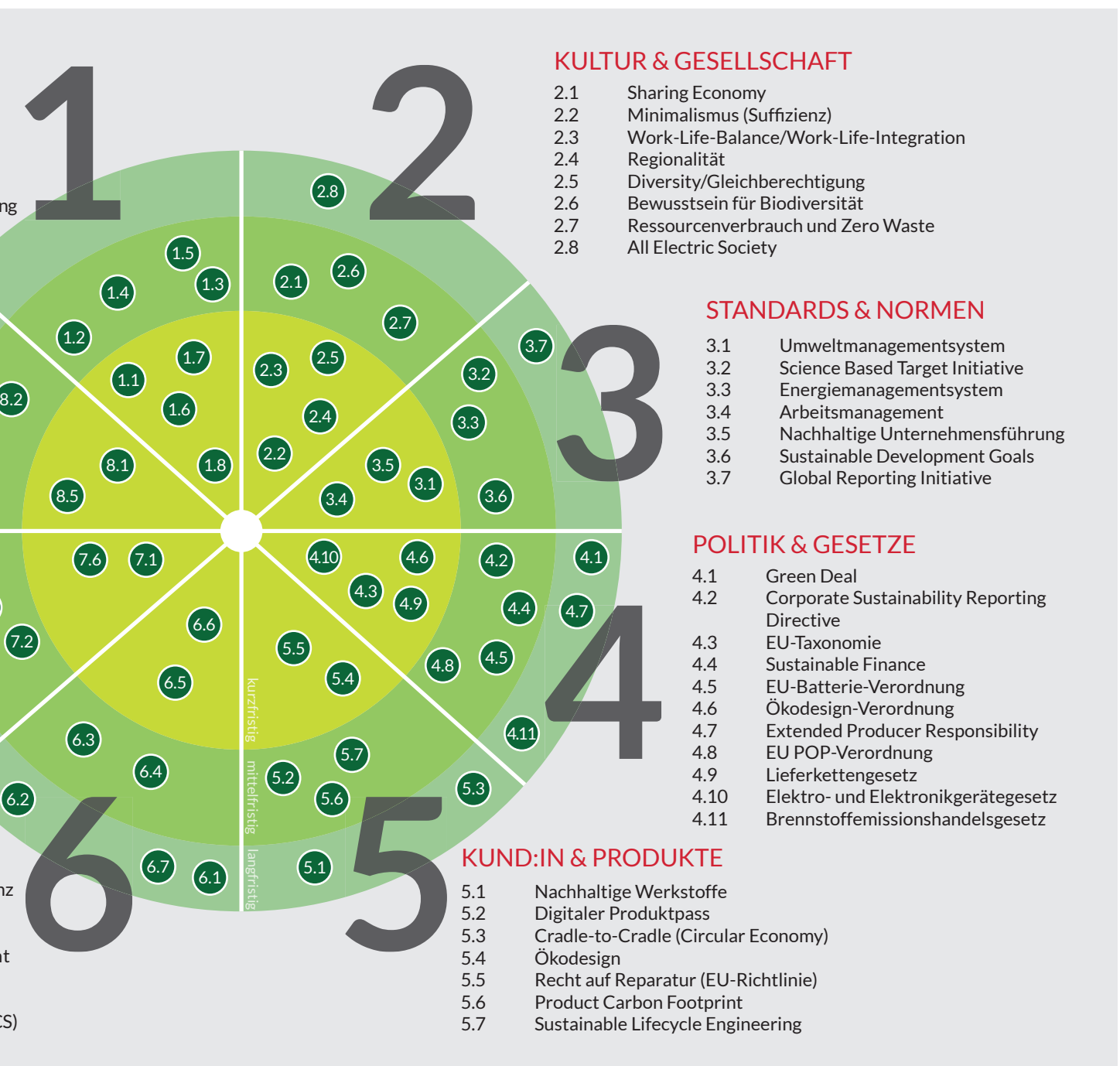
### TECHNOLOGIE

- 6.1 Nachhaltige Künstliche Intelligenz
- 6.2 Explainable AI
- 6.3 Grüne IT
- 6.4 Intelligentes Energiemanagement
- 6.5 Energiedatenerfassung
- 6.6 Regenerative Energien
- 6.7 Carbon Capture and Storage (CCS)

Experimentierphase und befinden sich nur vereinzelt und pilotiert in der industriellen Anwendung wieder. Die Bedeutung dieser Trends und Technologien wird in zwei-vier Jahren verstärkt zunehmen. Als langfristige Technologien und Trends sind Entwicklungen zu sehen, die aktuell vor allem in ihren Grundlagen erforscht und deren praktische Anwendung und industrielle Mehrwerte aktuell noch validiert werden. Dennoch können auch diese Entwicklungen in einem Horizont von fünf Jahren oder mehr eine wichti-

ge Rolle spielen - auch für klein- und mittelständische Unternehmen. Aus diesem Grund werden auch solche Entwicklungen aufgeführt.

Die acht Handlungsfelder und die darin jeweils verorteten Trends und Technologien werden in den folgenden Kapiteln detailliert betrachtet und dargestellt. Kurze Erläuterungstexte tragen zum Verständnis und zur individuellen Einordnung der jeweiligen Technologie bzw. des jeweiligen Trends bei.



## 4.1 STRATEGIE & ORGANISATION

### Nachhaltige Ausrichtung von Unternehmen



Die Verankerung von Nachhaltigkeitsaspekten in der eigenen Organisation stellt für viele Unternehmen eine große Herausforderung dar, die allzu oft aufgeschoben wird oder nur am Rande behandelt wird. Allerdings bieten sich dadurch auch große Chancen für Unternehmen, insbesondere durch Steigerung des Images und der Mitarbeiterzufriedenheit, aber eben auch durch Ressourcen- und Kosteneinsparungen. Nicht zuletzt wird es durch neue Gesetze und Standards für Unternehmen unumgänglich werden, sich mit Nachhaltigkeit auch auf strategischer Ebene zu befassen.

#### Nachhaltigkeitsstrategie

Nachhaltigkeit weist für Unternehmen eine hohe, zunächst unbeherrschbare Komplexität auf. Die Nachhaltigkeitsstrategie stellt einen Leitfaden dar, in dem Unternehmen festlegen, wie und in welchen Bereichen sie nachhaltige Entwicklungen im Unternehmen verankern. Die Strategie soll zum einen intern auf die eigenen Mitarbei-

tenden motivierend wirken, zum anderen für die externe Kommunikation in Richtung Kund:innen, Lieferant:innen, Partner:innen, Gesellschaft etc. dienen. Zur Entwicklung einer Nachhaltigkeitsstrategie wird zunächst der Status Quo bestimmt, ein Zielbild identifiziert und eine Roadmap zur Erreichung dieses Zielbildes entwickelt. Die Formulierung mittel- und langfristiger Nachhaltigkeitsziele ist sowohl für die Kommunikation der Strategie als auch für die Ableitung konkreter operativer Maßnahmen wesentlich.

#### Nachhaltigkeitsbeauftragte/ Chief Sustainability Manager

Das Berufsfeld der Nachhaltigkeitsbeauftragten bzw. Nachhaltigkeitsmanager:innen ist relativ neu. Nachhaltigkeitsmanager:innen führen die CSR-Abteilung (Corporate Social Responsibility) eines Unternehmens. Ihre Aufgaben sind es, die Wertschöpfungsketten und die Produkte bzw. Dienstleistungen eines Unternehmens umweltfreundlicher und sozialer zu gestalten. Dafür wirken die Nachhaltigkeitsmanager:innen bspw. an der Entwicklung der Nachhaltigkeitsstrategie mit, sind verantwortlich für die Etablierung von ökologischen und sozialen Standards, koordinieren und gestalten Schulungen für die Mitarbeitenden und stehen der Unternehmensführung in beratender Funktion zur Seite.<sup>1</sup>

#### Nachhaltiges Innovationsmanagement

Bei der Entwicklung innovativer Produkte, Prozesse und Services werden Unternehmen immer stärker mit Anforderungen durch neue Gesetze aber auch durch Kund:innen, Gesellschaft und Partner:innen hinsichtlich der Berücksichtigung von Nachhaltigkeitsaspekten konfrontiert. Dies



kann u. a die Auswahl von nachhaltigen Roh- und Werkstoffen, die Berücksichtigung der Ökobilanz und eine recyclinggerechte Konstruktion beinhalten. Digitale Innovation und Nachhaltigkeit schließen sich dabei nicht gegenseitig aus, sondern bedingen sich vielmehr und führen in vielen Fällen zu Ressourcen- und Kosteneinsparungen und einem langfristigen Unternehmensgewinn.<sup>2</sup>

### Corporate Carbon Footprint

Der Corporate Carbon Footprint (CO<sub>2</sub>-Fußabdruck eines Unternehmens) erfasst alle Treibhausgasemissionen, die von einem Unternehmen ausgestoßen werden. Direkte Emissionen umfassen alle Emissionen, die vom Unternehmen selbst verursacht werden (z.B. Produktion, Fuhrpark, etc.). Indirekte Emissionen hingegen beinhalten zugekaufte Energie und sämtliche Emissionen, die bei Aktivitäten entlang der Wertschöpfungskette entstehen (z. B. Transport & Distribution). Der Corporate Carbon Footprint bietet einen Anhaltspunkt dafür, wie klimaschädlich die Aktivitäten eines Unternehmens sind. Darüber hinaus können dadurch Unternehmensbereiche identifiziert werden, in denen besonders viele Emissionen ausgestoßen werden. Der Corporate Carbon Footprint ist somit Grundlage für die Formulierung von Nachhaltigkeitszielen und dazu passenden Maßnahmen.

### CO<sub>2</sub>-Kompensation zur Emissionsreduzierung (Zertifikatshandel)

Die Vermeidung von CO<sub>2</sub>-Emissionen sollte stets Vorrang vor der Kompensation von CO<sub>2</sub>-Emissionen haben. Lassen sich Emissionen jedoch nicht vermeiden, gibt es unterschiedliche Möglichkeiten, um diese zu kompensieren. Der Europäische Emissionshandel (EU-ETS) wurde 2005 eingeführt und erfasst die Emissionen von Anlagen der Energiewirtschaft und energieintensiven Industrien. Dabei werden von den Mitgliedsstaaten Emissionsberechtigungen an die Unternehmen ausgegeben, welche die Obergrenze für CO<sub>2</sub>-Emissionen des jeweiligen Unter-

nehmens festlegen. Die Emissionsberechtigungen können anschließend frei auf dem Markt gehandelt werden und setzen so einen zusätzlichen finanziellen Anreiz zur Einsparung von CO<sub>2</sub>-Emissionen. Des Weiteren haben Unternehmen die Möglichkeit, ausgestoßene Emissionen auf freiwilliger Basis zu kompensieren, indem Zahlungen für Investitionen zur Minderung von Treibhausgas getätigt werden. Kompensationsanbieter und -angebote sollten jedoch genauestens auf ihre Qualität geprüft werden, um den Verdacht von möglichem „Greenwashing“ gar nicht erst aufkommen zu lassen. Das Umwelt Bundesamt (UBA) empfiehlt „The Gold Standard“ als Orientierung für die Bewertung der Qualität von Klimaschutzprojekten.<sup>3,4</sup>



### Nachhaltiges Talentmanagement

Der aktuell anhaltende Mangel an Fachkräften verstärkt die Bedeutung des Talentmanagements in den Unternehmen. Eine nachhaltige Ausrichtung des Unternehmens (sowohl ökologisch als auch sozial) wird zunehmend als Wettbewerbsvorteil im Kampf um Talente genutzt. Neben der Verankerung von Nachhaltigkeitszielen in der Unternehmensstrategie sind darüber hinaus auch eine individuelle Förderung, faire Bezahlung und die Chancengleichheit in jeglicher Hinsicht relevant. Dies kann bspw. durch flexible Arbeitszeitmodelle gelingen, die es jungen Eltern ermöglichen, an Weiterbildungsmaßnahmen/Talentförderungs-Programmen teilzunehmen.

### Remote-Arbeit/Home Office

Der Begriff Remote-Work bezeichnet eine ortsunabhängig durchgeführte berufliche Tätigkeit. Hierbei liegt lediglich ein konkreter Arbeitsauftrag vor. Der Ort, an dem der Arbeitsauftrag erledigt wird, kann von den Mitarbeitenden festgelegt werden. Ortsunabhängiges Arbeiten gelingt nicht nur durch die Einführung entsprechender Soft- und Hardware, auch ein organisa-

tionaler und kultureller Wandel ist erforderlich. Für die Gesunderhaltung der Mitarbeitenden sind Vorkehrungen zu treffen, weil Entgrenzung und digitaler Stress Nachteile darstellen können. Home-Office hingegen beschreibt das erwerbsmäßige Arbeiten von zu Hause aus und ist somit eine spezielle Form der Remote-Arbeit. Die fortschreitende Digitalisierung sowie die Home-Office-Pflicht während der Corona-Pandemie haben dafür gesorgt, dass viele Unternehmen und ihre Mitarbeitenden mit dieser neuen Form der Arbeit in Berührung gekommen sind. Nachhaltige Auswirkungen hat diese Entwicklung insbesondere durch den Wegfall von Arbeitswegen und die Entgrenzung der Arbeit in Bezug auf andere (insbesondere private) Lebensbereiche.<sup>5,6</sup>

### Nachhaltige Corporate Benefits

Nachhaltige Corporate Benefits ermöglichen den Mitarbeitenden von Unternehmen die Nutzung von umweltbewussten Angeboten, die ihren persönlichen Wertvorstellungen entsprechen. Diese können z. B. die Nutzung verschiedener Mobilitäts(leasing)angebote wie Fahrräder oder E-Autos oder die Verpflegung mit biologischen und lokalen Lebensmitteln umfassen. Durch das Angebot von nachhaltigen Corporate Benefits fühlen sich die Mitarbeitenden stärker mit den Zielen und der Kultur des Unternehmens verbunden und erfahren eine höhere Wertschätzung. Dies spielt insbesondere in der Gewinnung neuer, junger Mitarbeitenden eine Rolle.



## 4.2 KULTUR & GESELLSCHAFT

### Der Mensch im Mittelpunkt

Aus dem Bereich Kultur & Gesellschaft wird deutlich, in welche Richtung sich die Bedürfnisse potenzieller Kund:innen und Mitarbeitenden entwickeln. Denn das Bewusstsein für Nachhaltigkeit steigt weiter an und sollte in der langfristigen Ausrichtung des Unternehmens miteinbezogen werden. Im nächsten Schritt können die Trends bei der Entwicklung von zukünftigen Produkten und Dienstleistungen berücksichtigt werden.

my – oder auch „Wirtschaft des Teilens“ – ist eine Entwicklung, welche wieder zurück zum Teilen statt Besitzen geht. Nicht vollständig ausgelasteter Besitz wird für andere mit Hilfe von digitalen Technologien zur Verfügung gestellt. Beispiele hierfür ist das Teilen von Fahrzeugen über Car-sharing Plattformen oder das Anbieten von freien Unterkünften.<sup>7</sup>

#### Minimalismus (Suffizienz)

Minimalismus ist ein Lebensstil, bei dem bewusst die Anzahl der Gegenstände auf das Nötigste reduziert wird. Bei einer Neuanschaffung wird kritisch geprüft, ob darauf verzichtet werden kann, um Impulskäufe zu verhindern. Durch die zielgerichteten Käufe bzw. den Verzicht werden Ressourcen und Energie eingespart. Der Minimalismus kann somit als die freiwillige Reduzierung von Konsum und Besitz zusammengefasst werden.<sup>8</sup>

#### Work-Life-Balance/Work-Life-Integration

Der Begriff Work-Life-Balance suggeriert, dass die beiden Bereiche Arbeit und Leben wie eine Waage ausgeglichen sein sollen. Arbeit und Privatleben sollen in einen individuell als ideal empfundenen Einklang gebracht werden. Jedoch werden besonders von den jüngeren Generationen neue Lebensmodelle gefordert. Die Work-Life-Integration geht einen Schritt weiter und fordert die Vereinbarung der beiden Bereiche. Digitale Lösungen schaffen mehr Flexibilität hinsichtlich des Arbeitsortes und -zeit. Somit können berufliche Erfolge, die persönliche Gesundheit sowie private Verpflichtungen besser vereint werden.<sup>9</sup>



#### Sharing Economy

Durch den vorhandenen Wohlstand können Güter selbst besessen werden, auch wenn diese nur selten benutzt werden. Der Nachhaltigkeitsgedanke hat dazu geführt, das Konzept vom eigenen Besitz in Frage zu stellen. Die Sharing Econo-



## Regionalität

Als Gegenbewegung zu Globalisierung werden die Güter aus der direkten Umgebung bezogen. Der Vorteil liegt darin, dass weite Transportwege vermieden und die Umwelt geschont wird. Außerdem sorgt Regionalität für die wirtschaftliche Unterstützung der eigenen Region und ein verstärktes Zusammengehörigkeitsgefühl.<sup>10</sup>

## Diversität/Gleichberechtigung

Gleichberechtigung ist die Anerkennung und Wertschätzung von Unterschiedlichkeiten. Innerhalb eines diversen Teams werden Herausforderungen mit Hilfe von anderen verschiedenen Perspektiven effizienter gelöst. Diversität kann durch Unterschiede im Geschlecht, ethnischer Herkunft, Religion, Weltanschauung, Behinderung, Alter oder sexuellen Identität entstehen. Die Offenheit für Vielfalt kann darüber hinaus die Mitarbeiterzufriedenheit und die Attraktivität als Arbeitgeber:in steigern.<sup>11</sup>

## Bewusstsein für Biodiversität

Für eine ausgewogene und funktionale Umwelt ist eine Vielfalt an Lebewesen notwendig. Durch die Übernutzung der Umwelt kann das Gleichgewicht und die Leistungsfähigkeit ins Schwanken geraten. Biodiversität ist essenziell, um auf sich ständig ändernde Umwelteinflüsse reagieren zu können. Durch den richtigen Einsatz von Ressourcen kann die Biodiversität beibehalten oder sogar gefördert werden. In der Gesellschaft steigt das Bewusstsein für dieses Thema, wodurch Auswirkungen auf das Konsumverhalten der Konsument:innen zu erwarten ist.<sup>12</sup>

## Ressourcenverbrauch und Zero Waste

Ressourcen stehen begrenzt zur Verfügung. Die Zero Waste Bewegung versucht den Anfall von Müll im Alltag vollständig zu vermeiden bzw. auf ein Minimum zu reduzieren. Die Bewegung grenzt sich von der Kreislaufwirtschaft und dem

Recycling ab, da der Ansatz bereits bei der Entstehung des Mülls beginnt. Die Produktentwicklung sollte daher ganzheitlich vorgehen und diese Perspektive berücksichtigen.<sup>13</sup>

## All Electric Society

Übergeordnetes Ziel der All Electric Society ist es ein nachhaltiges und regeneratives Gleichgewicht zu finden zwischen Produktion und Konsum von Energie. Auf der Konsumseite besteht dieser Ansatz aus der kompletten Elektrifizierung der Gesellschaft (Verkehr, Industrie, Gewerbe und Wohnen). Dieser daraus entstandene Bedarf soll durch regenerative und nachhaltige Elektrizitätsproduktion abgedeckt werden. Somit wird der Nutzung von fossilen Energieträgern reduziert und die Umwelt geschont.<sup>14</sup>



© Pexels

## 4.3 STANDARDS & NORMEN

### Orientierungshilfen für die Nachhaltigkeitstransformation

Standards und Normen legen Regeln, Leitlinien und Merkmale von Prozessen, Produkten oder Verfahren und deren Ergebnis fest. Dabei sind die Standards und Normen für Unternehmen nicht verpflichtend, sondern sollen durch die Regeln, Leitlinien und Merkmale, die Qualität und Sicherheit in der unternehmens- und branchenübergreifenden Zusammenarbeit erhöhen. Im Gegensatz zu Standards werden Normen unter Einbezug relevanter Stakeholder durch eine Normungsorganisation (z. B. DIN oder ISO) veröffentlicht. Sowohl Standards als auch Normen können einen nationalen sowie internationalen Geltungsbereich aufweisen.

#### Umweltmanagementsystem (ISO 14001)

In der ISO 14001 sind verschiedene Anforderungen (z. B. zur Planung, Durchführung, Verbesserung sowie Kontrolle) an ein Umweltmanagementsystem in Unternehmen geregelt. Diese Norm kann auf jedes Unternehmen angewendet werden, differente Umsetzungen sind möglich. Beispielsweise erfolgt sowohl die Erfassung von Energie- und Materialverbrauch, Emissionen und Abfall, als auch die Aufzeichnung indirekter Faktoren, wie z. B. die Arbeitswege der Mitarbeitenden. Global sind über 300.000 und davon allein in Deutschland über 8.000 Unternehmen mit dieser Norm zertifiziert. Seit 1996 wird diese Norm immer wieder weiterentwickelt und regelmäßig angepasst, 2015 erfolgte die letzte Änderung.<sup>15</sup>

#### Science Based Target Initiative (SBTi)

Die Science Based Target Initiative (SBTi) ist eine von den Klimaschutzprojekten und -organisationen CDP, UNGC, WIR und WWF unterstützte Initiative, die Methoden für einen effektiven Klima-

#### STANDARDS & NORMEN

- 3.1 Umweltmanagementsystem
- 3.2 Science Based Target Initiative
- 3.3 Energiemanagementsystem
- 3.4 Arbeitsmanagement
- 3.5 Nachhaltige Unternehmensführung
- 3.6 Sustainable Development Goals
- 3.7 Global Reporting Initiative



schutz entwickelt. Die daraus hervorgegangenen Science Based Targets (SBT) bezeichnen wissenschaftsbasierte Ziele zur Emissionsreduktion, die anhand des Greenhouse Gas Protocols validiert werden. Unternehmen soll somit ein klar definierter Weg zur Reduktion von Treibhausgasen ermöglicht werden, dieser steht in Einklang mit den Zielen des Pariser Klimaabkommens von 2015. Die SBTs sind kurz- und mittelfristige Klimaziele. Langfristig sollen sich die Unternehmen allerdings am Net-Zero Standard ausrichten. Unternehmen übernehmen bei den SBTs nicht nur die Verantwortung für betrieblich verursachte Emissionen, sondern auch für Emissionen, die in der vor- sowie nachgelagerten Wertschöpfungskette entstehen. Ende 2021 gab es bereits mehr als 2.200 Unternehmen, die sich der Initiative angeschlossen haben.<sup>16</sup>

#### Energiemanagementsystem (ISO 50001)

Mit der ISO 50001 wird die Einführung eines Energiemanagementsystems im Unternehmen verfolgt. Weltweit waren 2020 dieser Norm knapp 20.000 Unternehmen angeschlossen.

Diese Norm ist in ihrer Struktur ähnlich zur ISO 14001 (Umweltmanagementsystem). Beispielsweise erfolgt die Bewertung der Energieeffizienz des Unternehmens, indem die verwendeten Anlagen sowie Prozesse auf ihren Energieverbrauch hin untersucht und optimiert werden. Eine Zertifizierung mit dieser Norm ist für jede Unternehmensform möglich, sie ist nicht auf bestimmte Branchen bezogen. Zugleich haben Unternehmen selbst die Möglichkeit, den Anforderungsrahmen der ISO 50001 unternehmensindividuellen Gegebenheiten und Bedürfnissen anzupassen.<sup>17</sup>

### **Arbeitsmanagement (ISO 45001)**

Die ISO 45001 thematisiert den Arbeitsschutz in Unternehmen. Ziel ist ein vorbeugender Arbeitsschutz, sodass die Gesundheit der Mitarbeitenden langfristig gesichert und erhalten wird. Durch die Zertifizierung mit dieser ISO-Norm wird das Thema des Arbeitsschutzes in einer strukturierten sowie systematischen Herangehensweise betrachtet. Beispielsweise können so auch Arbeitsunfälle verhindert werden. Ferner werden durch eine Zertifizierung ebenfalls die Regelungen und Bestimmungen von Seiten des Gesetzgebers sowie der Behörden erfüllt.<sup>18</sup>

### **Nachhaltige Unternehmensführung (ISO 26000)**

Die ISO 26000 hat zum Ziel, verantwortungsvolles und nachhaltiges Handeln in der Unternehmensführung zu stärken. Hierunter kann beispielsweise die Verfolgung und Festigung einer Corporate Social Responsibility im Unternehmen verstanden werden. Unternehmen halten sich hierdurch nicht nur an das Mindestmaß durch Gesetze, sondern handeln im Sinne der Gesellschaft und fördern so eine sozial-nachhaltige Verantwortung. Die ISO 26000 spricht z.B. auch die Menschenrechte sowie faire und nachhaltigkeitsfördernde Unternehmenspraktiken an.<sup>19</sup>

### **Sustainable Development Goals (SDGs)**

Die Sustainable Development Goals (SDGs) sind 17 Ziele für eine nachhaltige Entwicklung, die 2015 von den Mitgliedsstaaten der Vereinten Nationen verabschiedet wurden. Dabei liegt der Fokus darauf, eine nachhaltige Entwicklung mithilfe einer ganzheitlichen Strategie zu erreichen, die sowohl ökonomische, ökologische als auch soziale Aspekte umfasst. Armut und Ungleichheit sollen so bekämpft werden. Gleichzeitig gilt es, Frieden und Wohlstand für Menschen und den Planeten herzustellen, indem Gesundheit, Bildung und Wirtschaftswachstum gefördert werden. Eine weitere Intention dieser politischen Zielsetzungen ist das Fortschreiten des Klimawandels aufzuhalten. Neben den Regierungen und der Bevölkerung werden auch Unternehmen aufgefordert, die Auswirkungen ihres Wirtschaftens zu minimieren und gemäß der SDGs an einer nachhaltigen Entwicklung mitzuwirken.<sup>20</sup>

### **Global Reporting Initiative (GRI)**

Die Global Reporting Initiative (GRI) wurde 1997 von der Coalition for Environmentally Responsible Economies (CERES) und dem Umweltprogramm der Vereinten Nationen (UNEP) gegründet und unterstützt Organisationen bei der Nachhaltigkeitsberichterstattung. Ziel dabei ist es die Auswirkungen des eigenen Wirtschaftens auf die Umwelt zu verstehen und formal darüber zu berichten. Die GRI-Leitlinien sind globale Standards und dienen Unternehmen als Orientierung bei ihrer Nachhaltigkeitsberichterstattung. Unternehmen werden durch bereits bestehende Berichterstattungsgrundsätze und Standardangaben sowie eine Anleitung zur optimalen Berichterstattung geleitet, diese sind auf die jeweilige Unternehmensgröße und -branche ausgelegt. Die GRI-Standards bestehen aus vier Säulen von Standards, die zum einen universelle, aber zum anderen auch ökonomische, ökologische und soziale Themen behandeln.<sup>21</sup>



„Die Trends und Technologien geben KMUs eine erste Orientierung, um die wesentlichen Handlungsfelder für eine nachhaltige Unternehmensentwicklung zu strukturieren“

Magdalena Förster - Fraunhofer IEM

**ARBURG**  
Engineered by ARBURG



© OstWestfalenLippe GmbH

## 4.4 POLITIK UND GESETZE

### Neue rechtliche Rahmenbedingungen für Unternehmen

Im Rahmen der Politik und Gesetze werden alle politischen sowie rechtlichen Trends beschrieben, die einen Einfluss auf die Nachhaltigkeit im Unternehmen haben. Rechtliche Anforderungen sind für die Unternehmen verpflichtend einzuhalten und können sich bspw. auf die Lieferkette oder die Produkte beziehen. Bei Nichteinhaltung drohen den Unternehmen Sanktionen von der Ausstellung erheblicher Bußgelder bis zum Entzug der Geschäftslizenz – der sog. „licence to operate“. Im Folgenden werden sowohl Gesetze beschrieben, die bereits heute Gültigkeit haben (siehe Kapitel 3), als auch wirtschaftspolitische Entwicklungen, die in Zukunft zu einer neuen rechtlichen Anforderung führen könnten.

#### Green Deal (Industrial Plan)

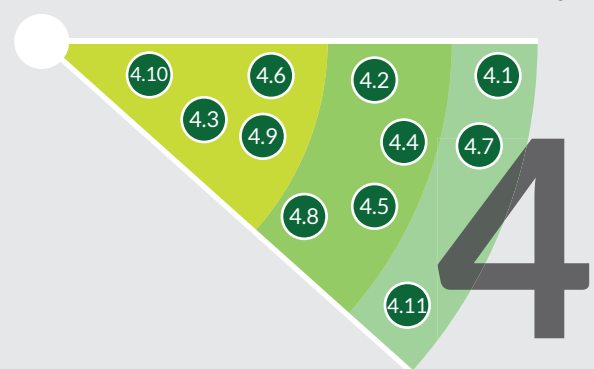
Der Green Deal Industrial Plan ist eine Initiative der EU, welche die heimische Industrie in Bezug auf die Transformation mithilfe grüner Technologien fördern soll. Der Industrial Plan fördert dabei eine international wettbewerbsfähige Industrie durch eine nachhaltige Entwicklung. Insbesondere soll die Klimaneutralität durch eine frühzeitige Dekarbonisierung der Industrie erreicht werden, indem entsprechende Rahmenbedingungen geschaffen werden. Der europäische Green Deal-Industrieplan besteht aus vier Säulen: 1) Planbares, kohärentes und vereinfachtes regulatorisches Umfeld, 2) schnellerer Zugriff zu Finanzierungsmitteln, 3) Qualifikationen und Förderung, 4) sowie der offene Handel für resiliente Wertschöpfungsketten.<sup>22</sup>

#### Green Deal (Circular Economy Action Plan)

Der Circular Economy Action Plan - Aktionsplan für die Kreislaufwirtschaft - wurde im Rahmen des Green Deals im Jahr 2020 beschlossen. Ziel des Circular Economy Action Plans ist es, 2030 55 % weniger Netto-Treibhausgasemission zu produzieren als 1990. Zudem hat sich die EU zum Ziel gesetzt bis 2050 der erste klimaneutrale Kontinent zu sein und 3 Milliarden zusätzliche Bäume in der EU bis 2030 zu pflanzen. Durch den Circular Economy Action Plan (CEAP) sollen zukünftig u.a. auch gesundes und bezahlbares Essen, der Zugang zu mehr öffentlichen Verkehrsmitteln, eine weltweit wettbewerbsfähige und krisenfeste Industrie, eine saubere Umwelt sowie zukunftsfähige Arbeitsplätze sichergestellt werden. Der

#### POLITIK & GESETZE

- 4.1 Green Deal
- 4.2 Corporate Sustainability Reporting Directive
- 4.3 EU-Taxonomie
- 4.4 Sustainable Finance
- 4.5 EU-Batterie-Verordnung
- 4.6 Ökodesign-Verordnung
- 4.7 Extended Producer Responsibility
- 4.8 EU POP-Verordnung
- 4.9 Lieferkettengesetz
- 4.10 Elektro- und Elektronikgerätegesetz
- 4.11 Brennstoffemissionshandelsgesetz



CEAP soll insbesondere die Kreislaufwirtschaft stärken, welche den gesamten Produkt-Lebenszyklus beeinflusst und daher umfassende Auswirkungen auf Industrieunternehmen in den Bereichen Produktgestaltung, nachhaltiger Konsum und Abfallvermeidung hat.<sup>23</sup>

### **Corporate Sustainability Reporting Directive (CSRD)**

Bei der Corporate Sustainability Reporting Directive (CSRD) handelt es sich um eine EU-Richtlinie zur Nachhaltigkeitsberichterstattung, welche eine erweiterte und einheitlichere Berichtspflicht vorgibt. Ab 2024 haben zunächst Unternehmen von öffentlichem Interesse mit einer Größe von über 500 Mitarbeitenden diese Berichterstattung zu erbringen. Über die nächsten Jahre werden dann immer mehr Unternehmen von der Berichterstattung erfasst. Bis 2026 sind auch kleine und mittlere Unternehmen von dieser Regelung betroffen (allerdings besteht hier noch eine Aufschubmöglichkeit bis zum Jahr 2028). Ausgenommen sind Kleinstunternehmen. Die CSRD-Berichterstattung sollte Angaben sowohl zu Nachhaltigkeitszielen des Unternehmens, zur Aufgabe von Vorstand und Aufsichtsrat, wichtigen negativen Auswirkungen des Wirtschaftens als auch zu immateriellen Ressourcen, die noch nicht in der Bilanz aufgenommen wurden, aufweisen.<sup>24</sup>

### **EU-Taxonomie**

Die EU-Taxonomie stellt ein Instrument der EU dar, welches das wirtschaftliche Handeln eines Unternehmens in ihrer Nachhaltigkeit klassifizieren soll. Ziel der EU-Taxonomie ist es, zwischen nachhaltigen und nicht nachhaltigen Unternehmensaktivitäten zu unterscheiden. Daher sind Unternehmen verpflichtet, regelmäßig Berichte zu ihrem Nachhaltigkeitsverhalten zu veröffentlichen. Zudem muss generell mindestens eins von sechs verschiedenen Umweltzielen erfüllt werden. Die Verordnung legt die Umweltziele wie folgt fest: Klimaschutz, Anpassung an den Kli-

mawandel, nachhaltige Nutzung und der Schutz von Wasser und Meeresressourcen, Übergang zu einer Kreislaufwirtschaft, Vermeidung und Kontrolle der Umweltverschmutzung, Schutz und Wiederherstellung der biologischen Vielfalt und der Ökosysteme. Allerdings steht die EU-Taxonomie teilweise auch in der Kritik Greenwashing nicht konsequent vermeiden zu können. Darüber hinaus hat dieses Instrument auf dem Finanzmarkt einen Stellenwert, z. B. bei Nachhaltigkeitsfonds, um Investoren bei ihrer Investitionsentscheidung unterstützen zu können.<sup>25</sup>

### **Sustainable Finance**

Unter nachhaltiger Finanzierung ist die Berücksichtigung von ESG, bzw. Umwelt-, Sozial- und Aufsichtsstruktur-Aspekten zu verstehen. Aus Sicht der EU bedeutet eine nachhaltige Finanzierung eine Form der Finanzierung, die neben Wirtschaftswachstum auch die ESG-Aspekte berücksichtigt. Ebenfalls soll Transparenz geschaffen und auch mögliche Risiken offengelegt werden, die mit Sustainable Finance einhergehen können sowie deren Minderung in Bezug auf die Finanzierung. In Deutschland folgt die nationale Sustainable Finance-Strategie den folgenden fünf Zielen: 1) Sustainable Finance in Europa und auch Global voranzutreiben, 2) Chancen ergreifen, Transformationen zu finanzieren und eine Nachhaltigkeitswirkung zu verankern, 3) das Risikomanagement der Finanzindustrie gezielt zu verbessern und dabei gleichzeitig eine Finanzmarktstrategie zu gewährleisten, 4) den Finanzstandort Deutschland zu stärken und die Expertise auszubauen sowie 5) den Bund als Vorbild in Sustainable Finance im Finanzsystem zu etablieren.<sup>26</sup>

### **EU-Batterie-Verordnung**

Die Batterieverordnung soll zukünftig (voraussichtlich ab dem ersten Halbjahr 2023) den gesamten Lebenszyklus von Batterien abdecken, und die Entsorgung bzw. das Recycling nachhaltiger zu gestalten. Batterien für Elektrofahrzeuge,

Batterien für leichte Transportmittel (LMT-Batterien) und wiederaufladbare Industriebatterien müssen bei der Überschreitung des Kohlenstoff-Abdrucks von mehr als zwei Kilowattstunden entsprechend etikettiert werden. Zusätzlich soll auf den Etiketten ein QR-Code angebracht werden, der Verbraucher:innen über wichtige Kennzahlen, wie beispielsweise Kapazität, Leistung und Haltbarkeit sowie über die chemische Zusammensetzung informiert. Außerdem sollen LMT-Batterien und Industriebatterien einen digitalen Batteriepass erhalten, Gerätebatterien hingegen sollen so hergestellt werden, dass ein einfacher Wechsel nach rund 3,5 Jahren durch die Verbraucher:innen selbst erfolgen kann. Durch die beschlossene Umsetzung einer Sorgfaltspflicht für alle Unternehmen (KMUs ausgenommen) können soziale und ökologische Risiken, die bei der Beschaffung, Verarbeitung und Vermarktung auftreten, besser eingeschätzt werden.<sup>27</sup>

### Ökodesign-Verordnung (Ecodesign for Sustainable Products – ESPR)

Die Ökodesignverordnung (Ecodesign for Sustainable Products, kurz: ESPR) ist 2022 von der EU-Kommission vorgeschlagen worden und stützt sich auf die seit 2009 geltende Ökodesign-Richtlinie. Im Fokus dabei stehen umweltfreundliche Produkte mit einer hohen Energieeffizienz, die sich in die Kreislaufwirtschaft einfügen sollen. Die Ökodesign-Richtlinie hat bislang nur den Umgang mit energieverbrauchsrelevanten Produkten und deren Umweltwirkungen geregelt. Neuerungen der Ökodesign-Verordnung finden sich im Anwendungsbereich, der sich auf alle physischen Produkte bezieht, insbesondere auch auf Bauteile und Zwischenprodukte. Außerdem gelten Leistungs- und Informationsanforderungen für Nachhaltigkeitsaspekte der Produkte, die mithilfe eines digitalen Produktpasses oder eines Produktlabels erfasst werden sollen. Zukünftig sind Umweltauswirkungen der Produkte transparent erkennbar, indem Sicherheitsinformationen, Anleitungen zur Installation, Verwendung und Reparatur sowie dem

Recycling oder der Entsorgung an die Endverbraucher:innen kommuniziert werden.<sup>28</sup>

### Extended Producer Responsibility (EPR)

Die Extended Producer Responsibility (EPR) bringt zum Ausdruck, dass die Hersteller:innen die Verantwortung für ein Produkt auch in nachgelagerten Phasen des Produktlebenszyklus trägt. Dieses umweltpolitische Konzept überträgt seit 2008 gemäß dem Verursacherprinzip die finanzielle und organisatorische Verantwortung von den lokalen Behörden und Steuerzahler:innen auf den Hersteller:innen und soll so Anreize für ein nachhaltiges Wirtschaften erzeugen. Hierbei sollen vor allem Umweltaspekte miteinbezogen werden, die sich in Form von Anreizen zur Reparatur und zum Recycling des Produkts oder der Verpackung zeigen. Konkret fallen für Unternehmen Gebühren vor dem Inverkehrbringen an, die sich auf Grundlage der Menge an Verpackungen und Produkten zusammensetzen. Bei erstmaliger Einführung des Produkts für die Herstellung oder den stationären sowie digitalen Verkauf muss eine EPR-Registrierungsnummer beantragt werden. Die EPR wurde größtenteils in nationale Gesetze überführt. In Deutschland erfolgt die Umsetzung beispielsweise mittels einer Verpackungslizenzierung innerhalb eines dualen Systems. Die Gesetzesänderung vom Juli 2022 nimmt nun auch Online-Händler in die Pflicht und umfasst Sanktionen bei der Nichteinhaltung.<sup>29</sup>

### EU POP-Verordnung

Die EU POP-Verordnung soll dazu dienen Menschen (insb. die Gesundheit) sowie die Umwelt vor persistenten organischen Schadstoffen zu schützen. Allgemein werden organische Chemikalien, welche sich in Organismen der Nahrungskette anreichern,





persistent sind und zugleich eine schädigende Wirkung auf Lebewesen haben, als persistente organische Stoffe bezeichnet (kurz: POP - für: Persistent Organic Pollutants). Die organisch persistenten Schadstoffe sollen nach der POP-Verordnung z.B. in Bezug auf das Stockholmer Übereinkommen zu POP oder dem Protokoll zum Übereinkommen über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung betreffend POP (von 1979) in der Freisetzung auf ein Minimum beschränkt werden – mit dem Ziel der Einstellung der Freisetzung (soweit möglich). Zudem ist in der POP-Verordnung auch der Umgang mit Produkten definiert, die in Verbindung mit POP stehen.<sup>30</sup>

### Lieferkettengesetz (LkSG)

Das Lieferkettensorgfaltspflichtengesetz (LkSG) wurde ins Leben gerufen, um in (globalen) Lieferketten den Schutz von Menschenrechten sicherzustellen. Dieses Gesetz stellt sich gezielt gegen Kinderarbeit als auch menschenrechtsverletzende Umweltaspekte. Ab 2023 müssen Unternehmen mit einer Größe von über 3.000 Mitarbeitenden (im Inland) und ab 2024 mit einer Größe von über 1.000 Mitarbeitenden (im Inland) dieses Gesetz berücksichtigen. KMUs sollen diesem Gesetz zudem Beachtung schenken, auch wenn sie nicht direkt im Rahmen der angesprochenen Unternehmensgröße berücksichtigt werden. Ebenfalls ist auf Europäischer Ebene ein Lieferkettengesetz angestrebt, so dass innerhalb der EU ein Wettbewerbsgleichgewicht erreicht werden könnte.<sup>31</sup>

### Elektro- und Elektronikgerätegesetz

Das Elektro- und Elektronikgerätegesetz wurde erlassen, um die Produktverantwortung (geregelt durch § 23 Kreislaufwirtschaftsgesetz) für Elektro- und Elektronikgeräte umzusetzen. Ziel ist es, Abfälle zu vermeiden, die durch Elektro- und Elektronikgeräte entstehen. Die Wiederverwendung sowie das Recycling und andere Formen der Weiterverarbeitung der Abfälle

soll gefördert werden. Zudem sollen allgemein die Ressourcen besser genutzt werden. Der Anwendungsbereich bezieht sich auf sämtliche Elektro- und Elektronikgeräte von Kleingeräten, wie Smartphones bis hin zu Großgeräten, wie Waschmaschinen. Ebenfalls soll mit diesem Gesetz ein Gesundheits- und Umweltschutz vor gefährlichen Stoffen bewirkt werden. Ein weiteres Ziel ist die Sicherstellung einer ordentlichen Sammlung und Rücknahme von Altgeräten.<sup>32</sup>

### Brennstoffemissionshandelsgesetz (BEHG)

Das „Gesetz über einen nationalen Zertifikatehandel für Brennstoffemissionen“, Brennstoffemissionshandelsgesetz – kurz: BEHG, zielt darauf ab, in den Sektoren Wärme und Verkehr Treibhausgase kosteneffizient zu reduzieren und so einen Klimaschutzbeitrag zu leisten. Es dient zur gesteuerten Umsetzung des nationalen Handels mit Treibhausgas-Emissionszertifikaten für fossile Brennstoffe. Das Gesetz regelt den Erwerb der Emissionszertifikate sowie die Bepreisung der Emissionen. Im Jahr 2022 betrug die Bepreisung 30 Euro pro Tonne CO<sub>2</sub>. Die geplante jährliche Erhöhung um 5 Euro wurde 2023 ausgesetzt und tritt zu Beginn des Jahre 2024 mit 35 Euro pro Tonne CO<sub>2</sub> in Kraft. Ab 2026 ist eine Regelung mittels eines Preiskorridors vorgesehen, der einen Mindest- sowie Maximalpreis in der Spanne von 55 bis 65 Euro vorgibt.<sup>33 34</sup>

## 4.5 KUND:IN & PRODUKTE

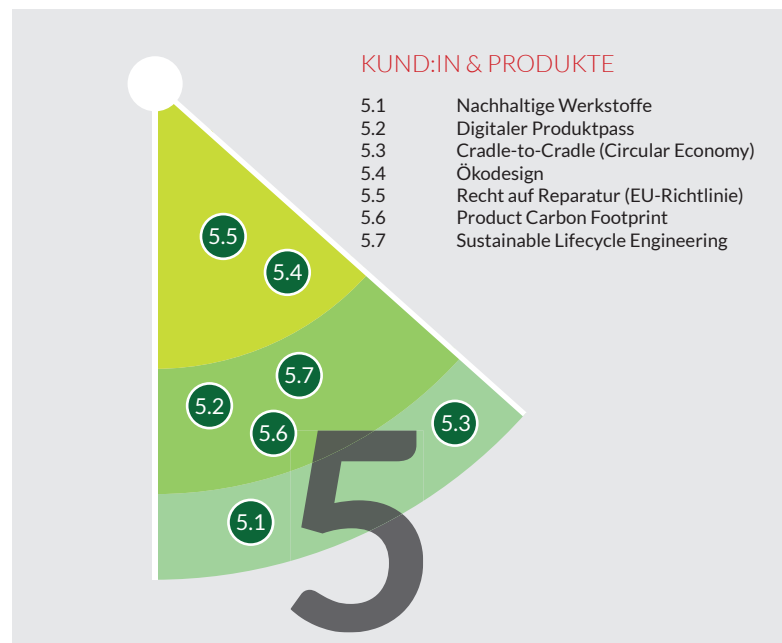
### Effizienz für eine nachhaltige Produktentwicklung

Ausgehend von den entsprechenden Veränderungen in der Kultur und Gesellschaft, neu hinzukommenden Standards, Normen und Gesetzen sowie der Entwicklung von neuen Technologien, wird das Thema Nachhaltigkeit auch im Bereich der Produktentwicklung immer präsenter. Neben diesen Treibern ist maßgeblich hierfür insbesondere auch die steigende Nachfrage der Kund:innen nach nachhaltigen Werkstoffen, der Möglichkeit defekte Geräte zu reparieren und die ausgewählten Zirkularitätsaspekte anhand des gesamten Produktzyklus zu berücksichtigen.

#### Nachhaltige Werkstoffe

Das Feld der Entwicklung von nachhaltigen Werkstoffen bietet ein enormes Potenzial. Grundsätzlich orientiert sich der Bereich an den 3 „R“s (Reduce, Reuse, Recycle), die bei der Auswahl und Entwicklung von Werkstoffen berücksichtigt werden sollten.<sup>35</sup> Die Umsetzung im Produktdesign und in der Architektur kann aber verschiedene Zielsetzungen haben<sup>36</sup>:

- weniger Volumen durch Miniaturisierung/ Reduzierung
- weniger Gewicht durch Leichtbau
- weniger Werkstoffe durch Trennung/Recycling
- weniger Produktionsschritte durch Reduzierung von Materialeinsatz
- weniger Komponenten durch Trennung/Recycling
- weniger Transport durch Reduzierung von Energieverbrauch und Emissionen
- Verwendung von mehr nachwachsenden Rohstoffen, d.h. Substituierung



#### Digitaler Produktpass

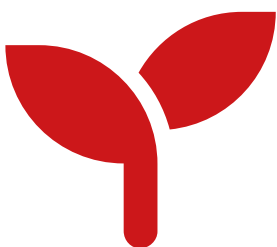
Der digitale Produktpass gewährleistet eine umfassende Transparenz entlang des gesamten Produktlebenszyklus. Er beinhaltet die zentrale Speicherung von Informationen zu Rohstoffen und Materialien, Ersatzteilen und Reparierbarkeit, Energieverbrauch sowie Entsorgung des Produkts.<sup>37</sup> Diese Informationen werden nutzergruppen-spezifisch über einen QR-Code oder eine App bereitgestellt („Single Point of Truth“), so dass Konsument:innen sich zielgerichtet über Produkte informieren und sich so z.B. für ein nachhaltigeres Produkt entscheiden können. Aber auch Hersteller:innen profitieren von dem digitalen Produktpass, indem sie sich über die Herkunft ihrer Rohstoffe oder die ökologischen und sozialen Bedingungen bei dessen Abbau informieren können. Durch eine gezielte Nachfra-

ge werden sie so zur Produktion nachhaltigerer Produkte motiviert. Die bereitgestellten Informationen zu Reparatur und Ersatzteilen sowie zu Materialzusammensetzung und Qualitäten erleichtern Unternehmen die Reparatur von Produkten und ermöglichen Abfallunternehmen ein effektiveres Recycling. Langfristig soll der digitale Produktpass für alle Produkte umgesetzt werden, der Fokus des Bundesumweltministeriums liegt jedoch zunächst auf besonders ressourcen- und energieintensiven Produkten wie z.B. Elektrogeräten und Akkus.<sup>38 39</sup>

### **Cradle-to-Cradle (Circular Economy)**

„Cradle-to-Cradle („Wiege-zu-Wiege“) ist ein nachhaltiges Wirtschaftskonzept, das sich an dem Vorbild biologischer Kreisläufe in der Natur orientiert. Das Konzept steht im Gegensatz zum weit verbreiteten Cradle-to-Grave („Wiege-zum-Grab“) Ansatz, bei dem Ressourcen, Materialien und Produkte nach Lebensende größtenteils auf dem Müll landen. Im Zentrum des Konzepts steht die Ausrichtung des gesamten Produktlebenszyklus vom Produktdesign über die Herstellung und Nutzung der Produkte bis hin zur Rücknahme der Produkte nach Lebensende nach den Prinzipien der Nachhaltigkeit und Kreislaufwirtschaft. Dazu gehört beispielsweise der Einsatz von Materialien und Rohstoffen, die während und nach Ende des Produktlebens ohne Qualitätsverlust wiederverwertet werden können oder biologisch abbaubar sind sowie der Einsatz von erneuerbaren Energien in den Produktionsprozessen. Anhand einer umfassenden Evaluation haben Unternehmen die Möglichkeit, sich anhand der fünf Kategorien Ma-

terialgesundheit, Kreislauffähigkeit von Produkten, Luftreinhaltung und Klimaschutz, Wasser- und Bodenverantwortung sowie soziale Fairness vom Cradle-to-Cradle Products Innovation Institute zertifizieren zu lassen.<sup>40</sup>



### **Ökodesign**

Die Ökodesign-Richtlinie 2009/125/EG besteht aus einer Reihe an produktgruppenspezifischen Mindestanforderungen für energieverbrauchsrelevante Produkte.<sup>41</sup> Ziel ist es, so die Umweltverträglichkeit von Produkten unter Einbeziehung des gesamten Lebenszyklus zu verbessern. Idealerweise mündet das Design eines Produkts in einen zirkulären Lebenszyklus, der ein Recycling, eine Abbaubarkeit oder eine Wiederverwendbarkeit vom Produkt und/oder Einzelkomponenten vorsieht. Im Rahmen der Richtlinie werden zum einen EU-rechtliche Vorgaben in Form von Verordnungen entwickelt und zum anderen Konzepte und Initiativen zur Selbstregulierung der Industrie. Beispielsweise ermöglicht die am 30. März 2022 vorgeschlagene Ökodesign-Verordnung für nachhaltige Produkte die Festlegung zahlreicher Anforderungen, u.a. in Bezug auf Haltbarkeit, Wiederverwendbarkeit, Nachrüstbarkeit und Reparierbarkeit von Produkten, Stoffe, die die Kreislauffähigkeit hemmen, Energie- und Ressourceneffizienz, Recyclinganteil, Wiederaufarbeitung und Recycling, CO<sub>2</sub>- und Umweltfußabdruck, Informationspflichten, einschließlich eines digitalen Produktpasses.<sup>42</sup>

**Recht auf Reparatur (EU-Richtlinie)** Das Recht auf Reparatur hat zum Ziel, Verbraucher:innen verstärkt in die Lage zu versetzen, z.B. defekte Geräte selber reparieren zu können oder einen Reparateur ihrer Wahl beauftragen zu können. Um dies zu gewährleisten, sollten Produkte bereits so designt sein, dass sie einfach reparierbar sind und Hersteller:innen sollten z.B. Reparaturinformationen zur Verfügung stellen. Das Recht auf Reparatur spiegelt sich in einer Ansammlung von möglichen Instrumenten auf EU- sowie auf nationaler Ebene wider.<sup>43</sup> Seit dem Jahr 2021 müssen Hersteller:innen gemäß einer EU-Richtlinie Ersatzteile für bestimmte Geräte bis zu zehn Jahre lang bereitstellen. Dies betrifft u.a. Kühlschränke, Spülmaschinen, Waschmaschinen und Fernseher. Hersteller:innen sind verpflichtet, Re-

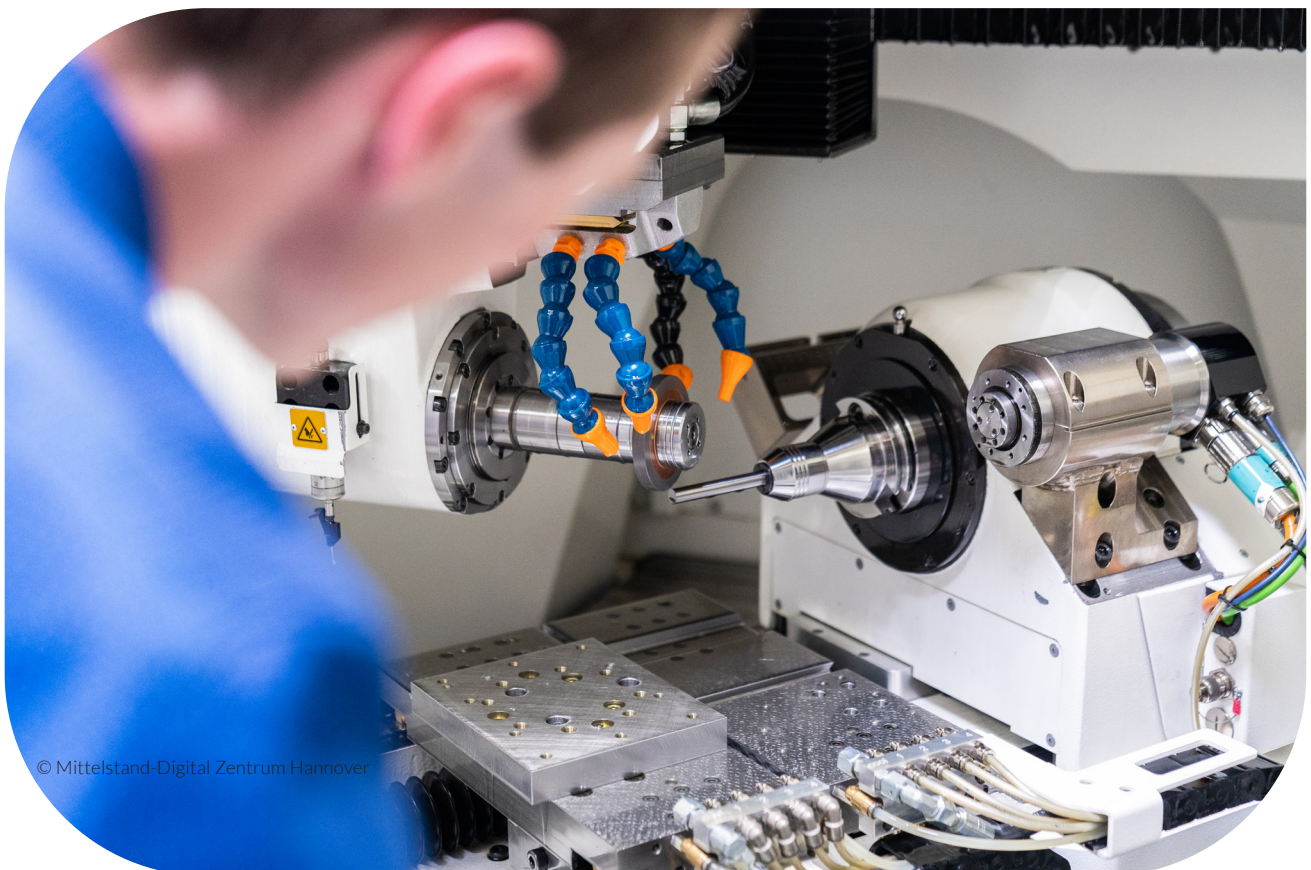
paraturanleitungen zur Verfügung zu stellen, und die Geräte müssen so konstruiert sein, dass sie mit handelsüblichen Werkzeugen repariert werden können. Es gibt Pläne, eine ähnliche Regelung für Smartphones und Tablets einzuführen.<sup>44</sup>

### Product Carbon Footprint

Der Carbon Footprint eines Produkts umfasst alle Treibhausgasemissionen, die während des gesamten Lebenszyklus des Produkts, von der Rohstoffgewinnung bis zur Entsorgung, entstehen. Dieser Fußabdruck wird in Kohlendioxid-Äquivalenten (CO<sub>2</sub>e) ausgedrückt.<sup>45</sup> Er hilft dabei, die richtigen Maßnahmen zur Reduzierung oder Vermeidung von Treibhausgasen zu identifizieren, zu analysieren und umzusetzen. Mit Blick auf das globale Klimaziel, bis 2050 eine umfassende Dekarbonisierung voranzutreiben, gewinnt der Product Carbon Footprint immer mehr an Bedeutung.<sup>46</sup>

### Sustainable Lifecycle Engineering

Lifecycle Engineering (LCE) ist ein Ansatz, bei dem sich die Produktentwicklungsaktivitäten an den Prinzipien der Nachhaltigkeit orientieren und von Anfang an den gesamten Produktlebenszyklus in Betracht ziehen. Mit Hilfe von Methoden wie dem Life Cycle Assessment (LCA), Life Cycle Costing (LCC) oder Ökodesign, können vor- und nachgelagerte Entscheidungen in der Produktentwicklung im Einklang mit den planetaren Grenzen getroffen werden und die Umweltauswirkungen entlang des gesamten Produktlebenszyklus reduziert werden. Life Cycle Engineering ist ein iterativer Prozess mit dem Ziel den bestmöglichen Kompromiss zwischen den Nutzerbedürfnissen und den Auswirkungen auf die Umwelt zu finden.<sup>47</sup>



© Mittelstand-Digital Zentrum Hannover



## 4.6 TECHNOLOGIE

### Technologien als Befähiger für eine höhere Nachhaltigkeit

Während in der Industrie 4.0 Technologien insbesondere im Fokus standen, um Effizienz-, Qualitäts- und Margensteigerungen zu erzielen, werden sie nun zunehmend als Befähigungstechnologien zur Nachhaltigkeit erkannt. Digitalisierung kann energetische Optimierungen erzielen, die Transparenz erhöhen und den Klimawandel insbesondere im Industriesektor nachhaltig beeinflussen.

wie „reinforcement learning“ oder „federated Learning“ können durch die Nutzung kleinerer Modelle, die Verringerung der Rechenzyklen und die Verteilung von Rechenprozessen auf mehrere Teilsysteme die individuelle Rechenintensität verringern. Mit diesen auch als „TinyML“<sup>50</sup> bezeichneten Modellen kann der positive Mehrwert von KI für nachhaltige Optimierungen seinen Einsatz entfalten.

#### Explainable AI

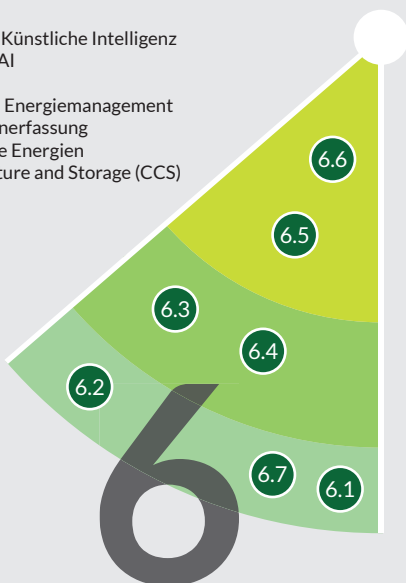
Explainable AI (XAI) bezieht sich auf Technologien und Methoden, die es Benutzer:innen ermöglichen, Entscheidungen von künstlicher Intelligenz besser zu verstehen und nachzuvollziehen. Laut einer Studie von Gartner wird XAI bis 2023 in 75% der neu entwickelten KI-Modellen eingesetzt werden. Im Bereich der Nachhaltigkeit kann so besser nachvollzogen werden, welche Parameter zur Entscheidung bestimmter Prozessänderungen durch die KI getroffen wurden und einfacher entschieden werden, ob diese vollumfänglich dem Anspruch eines nachhaltigen Technologieeinsatzes gerecht werden.

#### Grüne IT

Die für KI-Systeme eingesetzte Hardware macht den größten Anteil des CO<sub>2</sub>-Fußabdrucks aus.<sup>51</sup> Das betrifft insbesondere die IT-Infrastruktur wie Server usw. und damit verbundene Prozesse wie die Kühlung. Durch den Einsatz von spezieller Hardware wie TPU, Edge TPU und vielen mehr<sup>52</sup> kann eine Beschleunigung der Rechenlaufzeiten erreicht werden. Jedoch ist nicht nur der Einsatz neuer Hardware, sondern insbesondere die Auslastung vorhandener Systeme (z.B. der CPU) zu

#### TECHNOLOGIE

- 6.1 Nachhaltige Künstliche Intelligenz
- 6.2 Explainable AI
- 6.3 Grüne IT
- 6.4 Intelligentes Energiemanagement
- 6.5 Energiedatenerfassung
- 6.6 Regenerative Energien
- 6.7 Carbon Capture and Storage (CCS)



#### Nachhaltige Künstliche Intelligenz

Die Verarbeitung von Daten und das Trainieren von KI basierten Modellen sind so rechenintensiv, dass häufiger die Frage gestellt wird, ob hierdurch nicht ein so genannter „Rebound Effekt“ entsteht – also der ökologische Mehrwert durch optimierte Prozesse aufgrund energieintensiver Rechenprozesse verpufft.<sup>48</sup> KI hat somit einen massiven CO<sub>2</sub>-Fußabdruck.<sup>49</sup> Neue Verfahren

hinterfragen, da häufig Potenziale liegen bleiben, die durch eine suboptimale Verteilung der Rechenleistung entstehen.

### Intelligentes Energiemanagement

Der Einsatz von Energie im Unternehmen wird bestimmt durch ein Zusammenspiel aus Energieerzeugung, Energiespeicherung, Energieverbrauch und Energiemanagement.<sup>53</sup> In der Energieerzeugung spielen der Strommix sowie Kosten (z.B. über Spotmarkt) eine Rolle<sup>54</sup>. Jedes Unternehmen hat Energieverbraucher:innen und kann diese über Energieflussdiagramme transparent machen. Eine Energiespeicherung macht insbesondere bei dem Einsatz regenerativer Energien Sinn. Um dieses Zusammenspiel zu orchestrieren, gibt es Energiemanagementsysteme, die Daten aus allen Bereichen verfügbar machen. Intelligent ist ein solches EnMS dann, wenn es Verbräuche auf Verfügbarkeiten (in Zusammenhang mit regenerativer oder kostengünstiger Verfügbarkeit) taktet und so bspw. eine homogene Lastverteilung erzielt.

### Energiedatenerfassung

Erste Schritte hin zu einer nachhaltigeren Unternehmung ist die Erfassung des Status-Quo im Energieverbrauch. Primär muss im Unternehmen ein Messkonzept entwickelt werden (einzelne oder kontinuierliche Messungen, Ziele, Definition der Werte). Die Energiedatenerfassung kann mit Hilfe von unterschiedlichen Energiemessgeräten und Smart Metern erfolgen. Häufig bieten Energieversorger:innen bereits eine grobe Übersicht über die Hauptverbräuche (Heizung, Strom) an. Über Messstellen an Unterverteilungen bis hin zu einzelnen Verbrauchern kann dann eine feinere Granularität erreicht werden. Eine erste Visualisierung der Energiedaten kann bspw. über ein Sankey-Diagramm erfolgen.<sup>55</sup>

### Regenerative Energien

Regenerative Energien umfassen alle Energieträger, die aus einer Erzeugung wiederkehrender und/ oder nachwachsender Ursprünge generiert werden. Im Gegensatz zu fossiler Energie, die aus endlichen Rohstoffen wie Erdöl oder Erdgas erzeugt wird, nutzen regenerative Energie Wind, Wasserkraft, Sonne und/oder biologische Abfälle und erzeugen daraus über unterschiedliche Verfahren Strom oder Wärme. Durch die Nutzung regenerativer Energien werden zum einen der Abbau und Verbrauch von endlichen Ressourcen sowie CO<sub>2</sub> Emissionen durch eine Verringerung von Verbrennungsprozessen reduziert.

### Carbon Capture and Storage (CCS)

Carbon Capture and Storage (CCS) beschreibt die Technologie der Speicherung von Kohlendioxid im Boden.<sup>56</sup> Durch die Abscheidung von CO<sub>2</sub> am Kraftwerk und unterirdische Speicherung sollen bis zu 80% des CO<sub>2</sub> gebunden werden können. Die Methode ist umstritten, da durch Leckagen CO<sub>2</sub> in großen Mengen wieder freigesetzt werden könnte und es nicht im Sinne des Vorsorgeprinzips der Vermeidung von Treibhausgasemissionen beiträgt.

„Neben der Verbesserung der Qualität oder der Effizienz werden zunehmend Ziele verfolgt, die die Nachhaltigkeit und Widerstandsfähigkeit eines produzierenden Unternehmens stärken.“

Nissrin Perez - Fraunhofer IOSB-INA



© Fraunhofer IOSB-INA

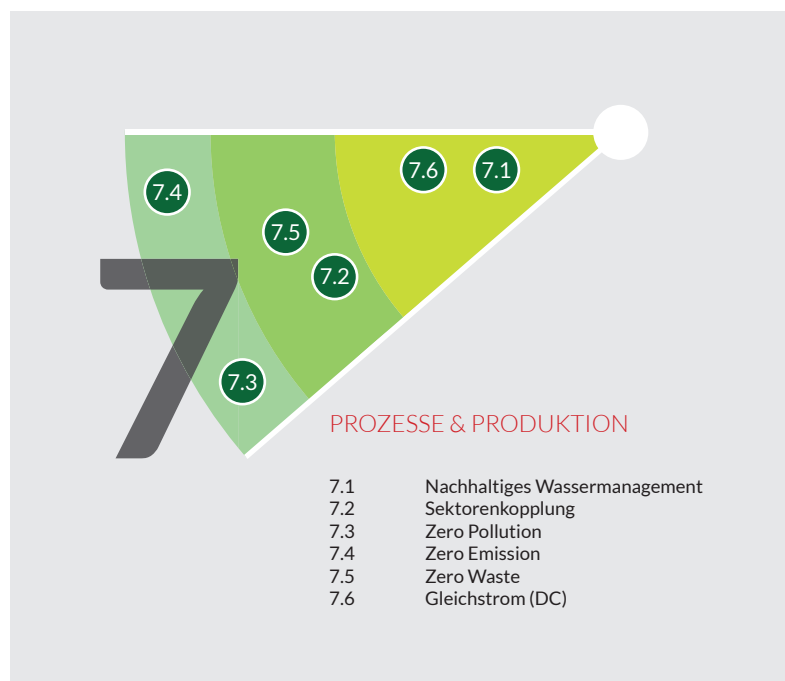
## 4.7 PROZESSE & PRODUKTION

### Eine grüne Perspektive auf die industrielle Fertigung

Produzierende Unternehmen können sich einem gewissen Energieverbrauch nicht entziehen. Insbesondere wärme- und wasserintensive Prozesse wie bei der Herstellung von Glas, Papier oder Chemikalien notwendig, können nur unter hohem Energieeinsatz durchgeführt werden. Um die Transformation zu einer klimaneutralen Welt im Sinne der Net Zero Industry des European Green Deal<sup>57</sup> zu schaffen, müssen Prozesse und Produktionsverfahren transformiert werden. Die wichtigsten Trends und Technologien in diesem Bereich werden im Folgenden zusammengefasst.

#### Nachhaltiges Wassermanagement

Nachhaltiges Wassermanagement ist von entscheidender Bedeutung, um unsere wertvollen Wasserressourcen zu erhalten und zu schützen. Insbesondere in wasserintensiven Produktionsprozessen in der Papierherstellung oder Lebensmittelindustrie gilt es, durch eine effektive Bewässerungstechnologie den Wasserverbrauch zu reduzieren.<sup>58</sup> Strategien bieten bspw. geschlossene Kreislauflsysteme zur Wiederverwendung von Wasser, die Umstellung auf wasserlose Produktionsverfahren (z.B. Trockenstrahlen statt Nassstrahlen), der Einsatz von wassereffizienten Technologien (z.B. wasserarme Sprühgeräte) und die Optimierung der Prozesse zur Vermeidung unnötigen Wasserverbrauchs.



#### Sektorenkopplung

Neben den Sektoren Verkehr, Gebäude und Industrie gilt der Energiesektor als einer der Sektoren, die CO<sub>2</sub> emittieren. Durch die Verknüpfung dieser Sektoren soll eine gesamtheitliche Treibhausgasreduktion erzielt werden. Mit Power to X werden hierbei verschiedene Maßnahmen der Sektorenkopplung zusammengefasst.<sup>59</sup> So kann z.B. überschüssiger Strom zur Erzeugung von Wärme (Power to Heat) oder durch Elektrolyse von Energiegas (Power to Gas) genutzt werden. Der Einsatz von Technologien der Sektorenkopplung, wie die Nutzung und Speicherung von Überschüssen in der Stromversorgung für die Abdeckung von Produktionsspitzen oder für die Prozesskühlung, ist für viele produzierende Unternehmen von entscheidender Bedeutung.



### Zero Pollution

Der Net Zero Industry Plan der Europäischen Kommission wurde heruntergebrochen auf drei wesentliche Teilbereiche. Der erste dieser Teilbereiche wird mit „Zero Pollution“ beschrieben und in einem Zero Pollution Action Plan<sup>60</sup> festgehalten. Im Wesentlichen umfasst „Zero Pollution“ die Zielsetzung, keine Umweltverschmutzung, insbesondere Verschmutzung von Ökosystemen (Luft, Wasser und Boden) zu verursachen.<sup>61</sup> Darunter fallen Maßnahmen wie die Vermeidung von Chemikalien und Treibhausgasen, der Schutz von Ökosystemen oder die Umsetzung einer funktionierenden Kreislaufwirtschaft.<sup>62</sup>

### Zero Emission

Neben „Zero Pollution“ ist „Zero Emission“ ein wesentlicher Bestandteil der EU Strategie und wird als Nullemission beschreiben. Beim gesamten Lebenszyklus eines Produktes, Gebäudes oder sonstiger Infrastruktur wird keine Emission von Treibhausgasen verursacht.<sup>63</sup> Somit fokussiert sich „Zero Emission“ auf den Schadstoffausstoß und die CO<sub>2</sub> Neutralität von Prozessen und der Produktion.

### Zero Waste

Als dritter Teilbereich des Net Zero Industry Plans ist das „Zero Waste“ Prinzip von entscheidender Bedeutung, dem zugrunde liegt, sowohl im Alltag als auch in wirtschaftlichen und produzierenden Prozessen möglichst wenig Abfälle zu generieren. Dies beginnt schon beim Design von Produkten, über die Produktionsprozesse und dort entstehenden Ausschuss bis hin zu der Frage nach dem End Of Life bei Produkten. „Zero Waste“ kann sinnvoll mit zirkulären Prozessen und der damit verbundenen Wiederverwertung von Materialien und Produkten kombiniert werden.

### Gleichstrom (DC)

Gleichstromtechnologie beschreibt die Übertragung elektrischer Energie mit Gleichstrom (direct current = DC) anstelle von Wechselstrom (AC). Einer der Hauptvorteile von Gleichstrom ist, dass er effizienter über lange Strecken übertragen werden kann als Wechselstrom. Durch die geringere Notwendigkeit von Umwandlern kann die Verlustleistung reduziert und die Netzstabilität erhöht werden. Zudem wird Gleichstrom in vielen Anwendungen, wie z.B. der Elektromobilität und Antriebstechnik in der Produktion, zunehmend eingesetzt.



## 4.8 WERTSCHÖPFUNGSKETTEN UND -NETZWERKE

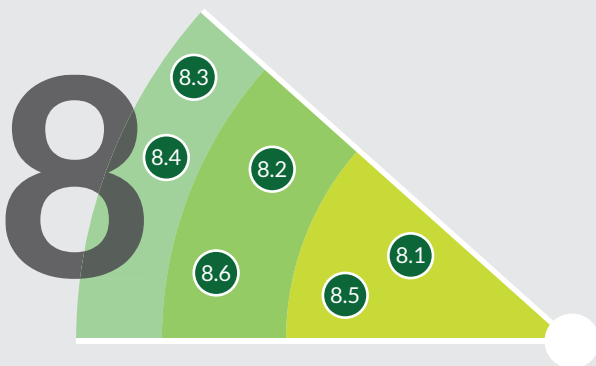
### Nachhaltige Kooperationen über Unternehmensgrenzen hinaus

Bei der Integration von Nachhaltigkeitsaspekten können sich Unternehmen nicht mehr länger nur auf die eigene Organisation beschränken, sondern müssen darüber hinaus ihre gesamte Wertschöpfungskette hinterfragen, d.h. von den (Rohstoff-) Lieferant:innen bis hin zur Auslieferung ihrer Produkte oder Services an die Kund:innen. Dementsprechend ist auch eine nachhaltige Ausrichtung in Richtung Lieferant:innen, Dienstleister:innen, Partner:innen, sowie deren Mitarbeitenden unerlässlich.

Mitarbeiter:innen, Lieferant:innen und die Gesetzgeber:innen erwarten von Unternehmen, dass deren Wertschöpfungsketten bestimmten Nachhaltigkeitsstandards gerecht werden. Auf dem Weg hin zu einer vollumfänglich nachhaltigen Lieferkette liegt der Fokus dabei gleichermaßen auf sozialen, ökologischen und ökonomischen Gesichtspunkten. Unternehmen müssen gewährleisten können, dass entlang ihrer Lieferketten die Menschenrechte und Arbeitsschutzbestimmungen eingehalten werden sowie negative, ökologische Auswirkungen auf die Umwelt minimiert werden. Unternehmen, die eine nachhaltige Lieferkette haben und diese auch transparent nachweisen können sind zukunftsfähig und haben einen deutlichen Vorteil gegenüber Wettbewerber:innen.

#### WERTSCHÖPFUNGSKETTEN UND -NETZWERKE

- 8.1 Nachhaltige Lieferketten
- 8.2 Direct Trade/Fair Trade
- 8.3 Regionalisierung
- 8.4 Smart Contracts for Supply Chain
- 8.5 Plattformen für Corporate Sustainability Reportings
- 8.6 Resiliente Lieferketten



#### Nachhaltige Lieferketten

Die Anforderungen an Unternehmen und ihre Lieferketten werden immer größer. Kund:innen,

#### Direct Trade/Fair Trade (Trustful Supplier Certificate)

Unternehmen müssen für Transparenz entlang der Lieferketten sorgen, um die Einhaltung von Menschenrechten und ökologischen Standards gewährleisten zu können. Der Aufbau von fairen, vertrauensvollen und langfristigen Handelsbeziehungen mit Lieferant:innen sowie deren Mitarbeitenden ist dabei essenziell. Zertifizierungen, wie z.B. das Fairtrade-Siegel oder das WFTO-Siegel (World Fair Trade Organisation), können Unternehmen dabei helfen, ihre Produkte und Wertschöpfung als nachhaltig auszuweisen. Diese Zertifizierungen gewährleisten die Einhaltung sozialer, ökologischer und ökonomischer Standards, die im Rahmen von regelmäßigen Kontrollen (z. B. Audits) geprüft werden.<sup>64 65</sup>

### Regionalisierung (lokale Lieferketten)

Die Corona-Pandemie und der Krieg in der Ukraine haben in den letzten Jahren dazu geführt, dass Lieferketten weltweit unterbrochen wurden. Aufgrund fehlender Teile standen Produktionsanlagen für Wochen still. Um dies zukünftig zu vermeiden, müssen Lieferketten resilienter gestaltet werden. Ein Baustein dafür ist die Regionalisierung von Lieferketten. Dabei werden wichtige Teile nicht mehr ausschließlich aus dem fernen Ausland (z.B. Asien) bezogen und der Kreis der Lieferant:innen um regionale Zuliefer:innen (In- bzw. europäisches Ausland) erweitert. Weitere Effekte sind die Reduktion von klimaschädlichen Transporten sowie eine Imagesteigerung durch regionale Produkte (z. B. „Made in Germany“).

### Smart Contracts for Supply Chain

Smart Contracts, auch intelligente Verträge genannt, basieren auf der Blockchain-Technologie und stellen selbstausführende Verträge dar. Auf dieser Grundlage können sie Transparenz und Manipulationssicherheit bei automatischen Bestellungen und Zahlungen gewährleisten. Bei Geschäftsprozessen, an denen viele unterschiedliche Akteure beteiligt sind, sorgt der Einsatz von Smart Contracts für Vertrauen zwischen allen Beteiligten und eine verbesserte Nachvollziehbarkeit von ökologisch und sozial nachhaltigen Lieferketten sowie Materialflüssen und in der Kreislaufwirtschaft.<sup>66 67</sup>

### Plattformen für Corporate Sustainability Reportings

Diese Plattformen bieten strukturierte Informationen und Ratings zu Nachhaltigkeitsleistungen von Unternehmen sowie ein Netzwerk für nachhaltige Zusammenarbeit. Unternehmen können sich selbst anhand internationaler Standards bewerten lassen und diese Bewertungen entsprechend auch über diese Plattform teilen. Gleichzeitig können aber auch Ratings und Sco-

recards von Partner:innen, Dienstleister:innen, Lieferant:innen etc. eingesehen werden. Die Ratings können für nachhaltigere Entscheidungen in den Unternehmen genutzt werden, insbesondere für Beschaffungs- und Beauftragungsaktivitäten. Weiterhin erhalten die Teilnehmenden auf der Plattform Zugang zu Benchmarkings, Werkzeugen und Methoden zur Steigerung der eigenen Nachhaltigkeitsperformance.

### Resiliente Lieferketten (Diversifizierung)

Die Welt und Weltwirtschaft entwickelt sich zunehmend zu einem global agierenden System. Es entstehen weltweite Märkte für Güter, Kapital und Dienstleistungen. Vorangetrieben wird der Globalisierungsprozess der Märkte vor allem durch neue Technologien im Kommunikations-, Informations- und Transportwesen sowie neu entwickelte Organisationsformen der betrieblichen Prozesse. Die globale Vernetzung hat in den vergangenen Jahren Fortschritt und Wachstum bedeutet. Die Herausforderungen dieses Trends sind jedoch bemerkbar, insbesondere in Bezug auf die Aspekte Nachhaltigkeit und Versorgungssicherheit. Resiliente Wertschöpfungsnetzwerke sind daher für ein zukunftsfähiges Unternehmen unabdingbar, um flexibel reagieren zu können, aus Krisen lernen zu können und sich kontinuierlich weiterentwickeln zu können.

## 5 PRAXISBEISPIEL CUNA PRODUCTS GMBH

Die CUNA Products GmbH stellt für den Kaffeekonsum Mehrwegbecher aus CO<sub>2</sub>-neutralem, pflanzlichen Material her. CUNA, 2018 gegründet, charakterisiert sich durch ein einzigartiges, nachhaltiges Konzept mit einer zukunftsfähigen Produktidee: Die Kaffeebecher werden aus einem biobasierten Kunststoff, der auf Öl verzichtet, hergestellt, weisen hohe Qualität auf und sind wiederverwend- sowie recyclebar. Das Besondere: nicht nur das für die Produktion verwendete Material aus nachwachsenden Rohstoffen ist nachhaltig, sondern auch der eigens von CUNA organisierte Recyclingkreislauf. Hierzu entsteht über den Rückfluss von genutzten Bechern des Poolsystems ein Materialkreislauf, denn die ökologischen Mehrwegbecher kommen vor allem im Pfandsystem in der Gastronomie oder auf Festivals zum Einsatz.

Die Becher werden in der SmartFactoryOWL in Lemgo unter Verantwortung des mittelständischen Spritzgussbetriebs Hadi-Plast GmbH hergestellt. Die SmartFactoryOWL ist ein Industrie 4.0 Forschungs- und Demonstrationszentrum auf dem Innovation Campus Lemgo und wird vom Fraunhofer IOSB-INA und der TH OWL betrieben. Seit dem Start der Produktion in 2020 integriert das Fraunhofer IOSB-INA kontinuierlich Technologien der Digitalisierung, um die Produktion vernetzter, nachhaltiger und energieeffizienter zu gestalten. Die zahlreichen Besucher:innen der SmartFactoryOWL, insbesondere aus dem produzierenden Mittelstand werden seither kontinuierlich inspiriert und zu eigenen Umsetzungen ermutigt.

Die Betrachtung des gesamten Lebenszyklus eines Produkts steht für die CUNA Products GmbH im Vordergrund. Dieser Lebenszyklus ist zirkulär aufgebaut, wie die folgende Abbildung aufzeigt:

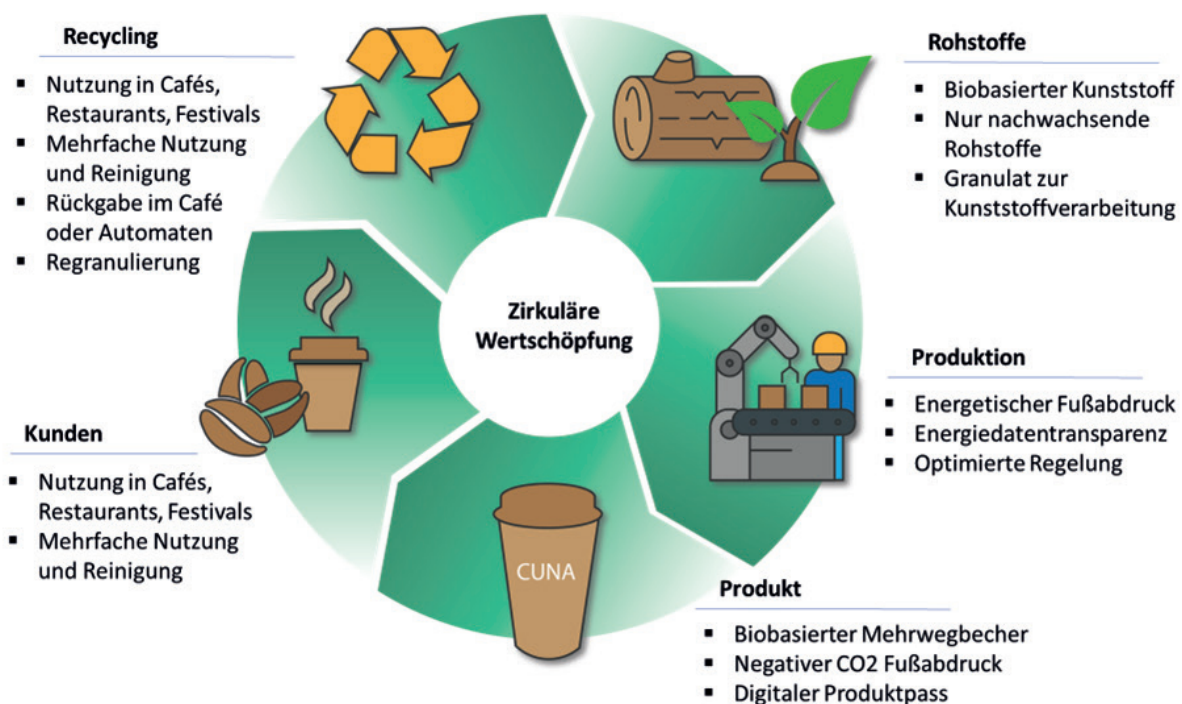


Abbildung 1: zirkuläre Wertschöpfung am Beispiel CUNA Products



CUNA Products GmbH deckt den gesamten nachhaltigen und zirkulären Prozess ab.

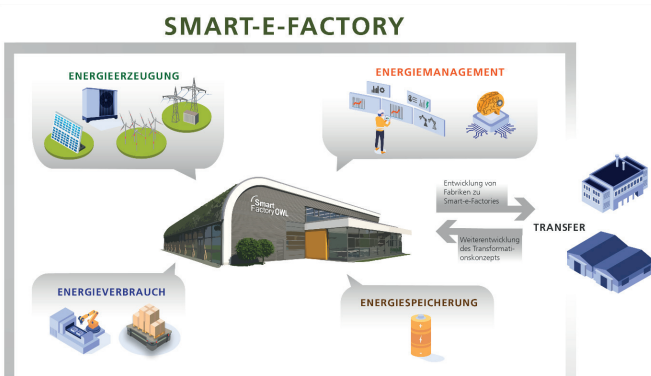
Das Material besteht zu 97% aus nachwachsenden Rohstoffen und ist biobasiert. Die Grundlage des Materials sind Holzfasern, Zucker und verschiedene weitere biologische Grundstoffe.

Die Produktion wird kontinuierlich in der Smart-FactoryOWL mit Hilfe von Digitalisierungstechnologien optimiert. Hier tritt insbesondere das vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) geförderten Projekt Smart-E-Factory unter Leitung des Fraunhofer IOSB-INA in Vordergrund. Geplant sind im Rahmen der Smart-E-Factory die schrittweise Entwicklung und der Einsatz von grundlegenden Technologien aus dem Bereich der künstlichen Intelligenz (KI) für die Optimierung von industriellen Anlagen in Kombination mit regenerativer Energieerzeugung und dem Einsatz von DC im Rahmen eines ganzheitlichen intelligenten Energiemanagements. Das Projektkonsortium entwickelt transferierbare Lösungsbausteine, um CO<sub>2</sub>-Emissionen in der Industrie zu verringern. Hierbei fokussiert das Projekt mechanische Bewegungsabläufe in einer industriellen Fertigung und den damit verbundenen Energieverbrauch sowie KI-basierte Optimierungsansätze zur Emissionsreduktion. Die Smart-E-Factory definiert sich als ressourcenschonende Produktion und aggregiert zu diesem Zweck Informationen und Daten aus den Bereichen Energieerzeugung, -management, -verbrauch und -speicherung zu einem transparenten ganzheitlichen Echtzeit-Lagebild.

Der Produktionsprozess schließt mit einem fertigen Becher ab, der zu Gastronomien oder Bäckereien überführt wird. Dort wird der Kaffeebecher mehrfach verwendet, kann gespült und wieder genutzt werden. Über ein Mehrwegsystem kann das To Go Geschäft bedient werden und der Becher in allen beteiligten Cafés wieder vom Nutzer abgegeben werden. Über ein Pfandsystem stellen die Gastronomien und Bäckereien sicher, dass das Produkt nicht den Wert eines Einmalprodukts bekommt und nach einmaliger Nutzung weggeworfen wird.

Sobald der Becher seine Nutzungsdauer überschritten hat und nicht mehr ansehnlich oder sogar beschädigt ist, nimmt die CUNA Products GmbH die Becher zurück und ersetzt die durch neue Becher. Hierzu hat die CUNA Products GmbH ein Rückgabemechanismus etabliert und ermöglicht auch über Rückgabeautomaten, die Becher wieder zurück zu führen. Die alten Becher werden schlussendlich recycelt. Durch ein Mahlwerk können die Becher zu Mahlgut verarbeitet werden. Das wird zu Rezyklat und dann zu neuen Produkten verarbeitet. Aufgrund aktueller gesetzlicher Vorgaben kann das Rezyklat leider nicht zu einem neuen CUNA Becher werden, sondern wird zumeist zur Herstellung anderer – nicht lebensmittelrelevanter – Produkte hergestellt.

Dennoch hat die CUNA Products GmbH durch sein zirkuläres Konzept bewiesen, dass auch ein kleines und mittleres Unternehmen seinen gesamten Lebenszyklus nachhaltig und zirkulär gestalten kann und somit einen Beitrag zu einer klimaneutralen Transformation leisten kann.



Nissrin Perez

Fraunhofer IOSB-INA

E-Mail: [nissrin.perez@iosb-ina.fraunhofer.de](mailto:nissrin.perez@iosb-ina.fraunhofer.de)

# 6 FAZIT UND HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN

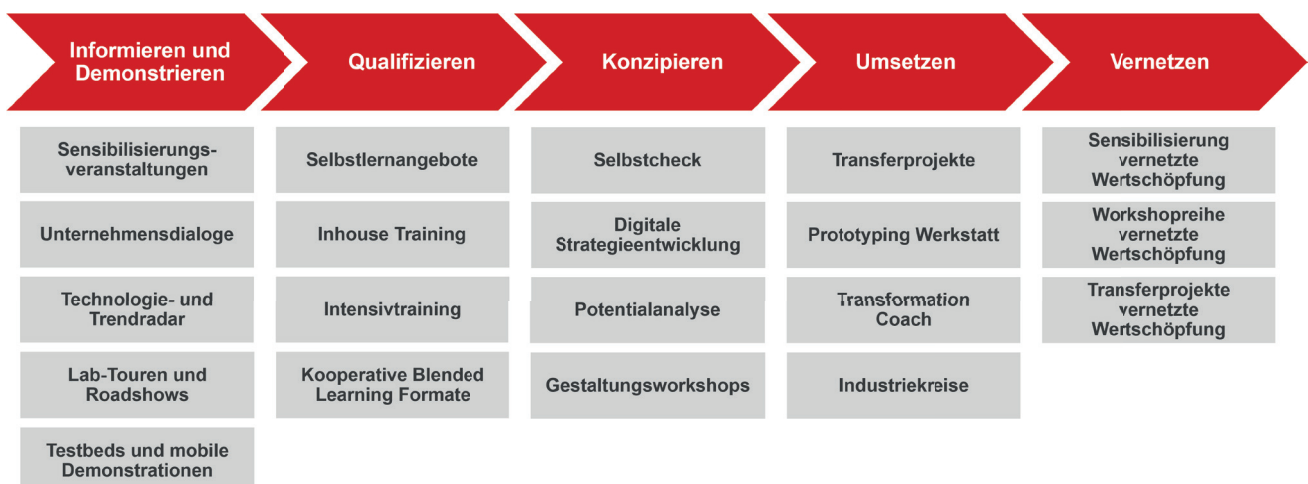
## Ihre nächsten Schritte zum nachhaltigen Unternehmen der Zukunft

Die eingangs dargestellten Herausforderungen rund um Klima und Rohstoffmangel werden alle Unternehmen – insbesondere die produzierende Industrie – betreffen und zu einer Transformation bewegen. Doch mit Veränderungen sind auch die große Chance und das Potenzial verbunden, sein Unternehmen in die richtige Richtung zu bewegen und ganzheitlich zu einem nachhaltigen Unternehmen der Zukunft zu transformieren. Um dieser Transformation Struktur zu verleihen, bietet es sich an, einen eigenen Fahrplan im Unternehmen mit folgenden Schritten zu entwickeln:

- Durchführung einer Analyse hinsichtlich Einspar- und Optimierungspotenziale
- Entwicklung einer Nachhaltigkeitsstrategie und Zieldefinition
- Ableitung der Maßnahmen
- Entwicklung einer Nachhaltigkeits-Roadmap

Mit Hilfe einer Nachhaltigkeits-Roadmap wird der Transformation ein Rahmen gegeben, an dem sich die Organisation und Belegschaft orientieren kann. Dieser sehr individuell gestaltete Weg muss keine hochgreifenden technologischen Schritte umfassen, sondern machbare Ideen und Maßnahmen beinhalten, die vor allem von den eigenen Mitarbeiter:innen des Unternehmens gestaltet sind. Um diesen Weg erfolgreich und gemeinsam zu beschreiten, ist es essentiell, von Anfang an Mitarbeiter:innen des Unternehmens einzubeziehen.

Das Mittelstand-Digital Zentrum Ruhr-OWL liefert auf diesem Weg wertvolle Unterstützungsangebote: Im Rahmen des Unternehmensdialogs werden bereits erste Impulse gesetzt, indem in Gesprächen und Begehungen vor Ort die Expert:innen die Unternehmen kennenlernen und eine erste Einschätzung der Stoßrichtung erfolgt. In LabTouren durch Demonstrationszentren können Unternehmen sich von praxisnahen Umsetzungen wie der Smart-E-Factory inspirieren



lassen. Durch die Potenzialanalyse wird eine Methode zur Ist-Analyse dargereicht, in der bereits erste Handlungsfelder einer Roadmap abgeleitet werden können. Im Rahmen der digitalen Strategieentwicklung wird eine Vision entwickelt und ein umfassendes Roadmapping erarbeitet. Einzelne technologische wie auch methodische Themen hieraus können weitergehend in Gestaltungsworkshops beleuchtet werden. Wird in diesem Prozess ein innovatives Digitalisierungsprojekt identifiziert, besteht die Möglichkeit, sich für ein Transferprojekt zu bewerben und über einen längeren Zeitraum mit den Expert:innen das Projekt zu pilotieren und auszuarbeiten.

Über die genannten Unterstützungsangebote hinaus gibt es zahlreiche weitere Services entlang der Befähigungskette, um Unternehmen entlang ihrer individuellen Transformation zum Unternehmen der Zukunft zu begleiten. Als Mittelstand-Digital Zentrum begleiten wir Unternehmen in den Regionen Ruhr und OWL mit Hilfe der Befähigungskette auf ihrem Weg zu einem nachhaltigeren Unternehmen der Zukunft.

Zahlreiche Unternehmen haben sich schon mit uns auf den Weg zum Unternehmen der Zukunft gemacht – Kontaktieren Sie das Mittelstand-Digital Netzwerk und werden Sie auch zu einem nachhaltigen Unternehmen der Zukunft!

## AUTOR:INNEN



**Dr. Anke Ebrecht**  
Fraunhofer IML

[anke.ebrecht@iml.fraunhofer.de](mailto:anke.ebrecht@iml.fraunhofer.de)



**Christian Kürpick**  
Fraunhofer IEM

[christian.kuerpick@iem.fraunhofer.de](mailto:christian.kuerpick@iem.fraunhofer.de)



**Charlotte Edzard**  
Digital Hub Management GmbH

[charlotte.edzard@digitalhub.eu](mailto:charlotte.edzard@digitalhub.eu)



**Nissrin Perez**  
Fraunhofer IOSB-INA

[nissrin.perez@iosb-ina.fraunhofer.de](mailto:nissrin.perez@iosb-ina.fraunhofer.de)



**Lena Mohr**  
OstWestfalenLippe GmbH

[l.mohr@ostwestfalen-lippe.de](mailto:l.mohr@ostwestfalen-lippe.de)



## DIGITALISIERUNG UND NACHHALTIGKEIT IM UNTERNEHMEN VERKNÜPFEN?

### 8 Handlungsempfehlungen für Ihre Transformation in Richtung Digitalisierung und Nachhaltigkeit





# LITERATURVERZEICHNIS

- 1 Online Redaktion (2022): <https://www.haufe-akademie.de/blog/berufe/nachhaltigkeitsmanager/>.
- 2 Hochschule Pforzheim (2023): <https://www.hs-pforzheim.de/forschung/institute/inec/umfrage>.
- 3 Umweltbundesamt (2022): Mit Kompensationszahlungen für unvermeidbare Emissionen jetzt schon klimaneutral leben. <https://www.umweltbundesamt.de/umwelttipps-fuer-den-alltag/uebergreifende-tipps/kompensation-von-treibhausgas-emissionen#gewusst-wie>.
- 4 Umweltbundesamt (2022): Der Emissionshandel. <https://www.umweltbundesamt.de/daten/klima/der-europaeische-emissionshandel#teilnehmer-prinzip-und-umsetzung-des-europaischen-emissionshandels>.
- 5 HR Works: Remote Work. <https://www.hrworks.de/lexikon/remote-work/>.
- 6 Haufe Online Redaktion (2022): Was bedeutet Remote Work? [https://www.haufe.de/arbeitschutz/gesundheit-umwelt/neue-arbeitsformen-was-bedeutet-remote-work\\_94\\_526480.html](https://www.haufe.de/arbeitschutz/gesundheit-umwelt/neue-arbeitsformen-was-bedeutet-remote-work_94_526480.html).
- 7 Görög, G. (2018): The Definitions of Sharing Economy: A Systematic Literature Review. Management, University of Primorska, Vol. 13, p. 175-189.
- 8 Wilson, A. und Bellezza, S. (2022): Consumer Minimalism. Oxford University Press on behalf of Journal of Consumer Research. Vol. 48. S. 796-816.
- 9 Busold, M., Husten, M. (2020): Work-Life-Integration – Die neue Arbeitsweise und ihre Implikationen für die Wirtschaft und Gesellschaft. Springer Gabler.
- 10 Mörixbauer, A. (2020): Regionalität in aller Munde. Ernährung heute. 1/2020. S. 18-21.
- 11 Antidiskriminierungsstelle des Bundes (2023): Allgemeines Gleichbehandlungsgesetz (AGG). [https://www.antidiskriminierungsstelle.de/SharedDocs/downloads/DE/publikationen/AGG/agg\\_gleichbehandlungsgesetz.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.antidiskriminierungsstelle.de/SharedDocs/downloads/DE/publikationen/AGG/agg_gleichbehandlungsgesetz.pdf?__blob=publicationFile)
- 12 Englert, M., Ternès, A., Nachhaltiges Management – Nachhaltigkeit als exzellenten Managementansatz entwickeln.
- 13 Kirig, A. (2023): Zero Wast – Zukunft ohne Müll. zukunftsInstitut. Zero Waste: Zukunft ohne Müll ([zukunftsinstitut.de](http://zukunftsinstitut.de)).
- 14 Leonhardt, S., Neumann, T., Kretz, D., Teich, T., Bodach, M. (2023): Innovation und Kooperation auf dem Weg zur All Electric Society – Emergenzen für neue Geschäftsprozesse. Springer Gabler.
- 15 Umweltbundesamt (2020): ISO 14001 - Umweltmanagementsystemnorm. <https://www.umweltbundesamt.de/themen/wirtschaft-konsum/wirtschaft-umwelt/umwelt-energiemanagement/iso-14001-umweltmanagementsystemnorm#inhalte-der-iso-14001>.
- 16 Science Based Targets (2022): Science-Based Net-Zero. Scaling urgent corporate climate action worldwide. <https://sciencebasedtargets.org/resources/files/SBTiProgressReport2021.pdf>.
- 17 Umweltbundesamt (2023): ISO 50001. <https://www.umweltbundesamt.de/energiemanagementsysteme-iso-50001#ubabmu-leitfaden-zur-anwendung-der-iso-50001>.
- 18 TÜV Süd: ISO 45001 Zertifizierung – Arbeitsschutzmanagement. <https://www.tuv.com/germany/de/iso-45001.html>.
- 19 TÜV Süd: ISO 26000. <https://www.tuvsud.com/de-de/dienstleistungen/auditing-und-zertifizierung/nachhaltige-management-services/soziale-nachhaltigkeit/iso-26000>.
- 20 Vereinte Nationen: Ziele für nachhaltige Entwicklung. <https://unric.org/de/17ziele/>.
- 21 GRI: GRI - Startseite ([globalreporting.org](http://globalreporting.org)).
- 22 European Commission (2023): Communication from the commission to the European parliament, the European Council, the Council, the European Economic and social Committee and the committee of the regions. [https://commission.europa.eu/system/files/2023-02/COM\\_2023\\_62\\_2\\_EN\\_ACT\\_A%20Green%20Deal%20Industrial%20Plan%20for%20the%20Net-Zero%20Age.pdf](https://commission.europa.eu/system/files/2023-02/COM_2023_62_2_EN_ACT_A%20Green%20Deal%20Industrial%20Plan%20for%20the%20Net-Zero%20Age.pdf).
- 23 Europäische Kommission (2023): Europäischer Grüner Deal. [https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal\\_de](https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_de)
- 24 CSR: Corporate Sustainability Reporting Directive (CSRD). <https://www.csr-in-deutschland.de/DE/CSR-Allgemein/CSR-Politik/CSR-in-der-EU/Corporate-Sustainability-Reporting-Directive/corporate-sustainability-reporting-directive-art.html>.
- 25 Europäische Kommission (2023): EU-Taxonomie für nachhaltige Tätigkeiten. [https://finance.ec.europa.eu/sustainable-finance/tools-and-standards/eu-taxonomy-sustainable-activities\\_en](https://finance.ec.europa.eu/sustainable-finance/tools-and-standards/eu-taxonomy-sustainable-activities_en).
- 26 Europäische Kommission (2023): Überblick über nachhaltige Finanzierung. [https://finance.ec.europa.eu/sustainable-finance/overview-sustainable-finance\\_en](https://finance.ec.europa.eu/sustainable-finance/overview-sustainable-finance_en).
- 27 Umweltbundesamt (2020): Das neue Batteriegesetz. <https://www.umweltbundesamt.de/themen/abfall-ressourcen/produktverantwortung-in-der-abfallwirtschaft/batterien/das-neue-batteriegesetz>.
- 28 Europäische Kommission (2022): Mitteilung der Kommission an das europäische Parlament, den Rat, den europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen. Nachhaltige Produkte zur Norm machen. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:52022DC0140&from=ES>.
- 29 pwc: Implications of European and UK extended producer responsibility changes. <https://www.pwc.co.uk/services/legal/insights/implications-of-european-and-uk-extended-producer-responsibility-changes.html>.

- 30 Umweltbundesamt (2023): Persistente organische Schadstoffe (POP). <https://www.umweltbundesamt.de/themen/chemikalien/persistente-organische-schadstoffe-pop>.
- 31 Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (2023): Fragen und Antworten zum deutschen Lieferkettensorgfaltspflichtengesetz (LkSG). <https://www.bmz.de/resource/blob/60000/lieferkettengesetz-fragen-und-antworten.pdf>.
- 32 Umweltbundesamt (2021): Elektro- und Elektronikgerätegesetz. <https://www.umweltbundesamt.de/themen/abfall-ressourcen/produktverantwortung-in-der-abfallwirtschaft/elektroaltgeraete/elektro-elektronikgeraetegesetz#sinn-und-zweck-des-elektrog>.
- 33 IHK Darmstadt (2023): Nationales Emissionshandelsgesetz. <https://www.ihk.de/darmstadt/produktmarken/beraten-und-informieren/umwelt-energie/energie/co2-4728298>.
- 34 Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (2022): Habeck: „Wir gehen beim CO<sub>2</sub>-Preis bedachter vor und entlasten private Haushalte und Unternehmen“. <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Pressemitteilungen/2022/10/20221028-habeck-wir-gehen-beim-co2-preis-bedachter-vor-und-entlasten-private-haushalte-und-unternehmen.html>.
- 35 Fraunhofer ICT: Nachhaltige Materialien. [https://www.ict.fraunhofer.de/de/komp/nachhaltige\\_materialien.html](https://www.ict.fraunhofer.de/de/komp/nachhaltige_materialien.html).
- 36 Professor Stattmann, Nicola: Nachhaltige Werkstoffe. <http://www.mehrwerkstoffe.de/documents/nachhaltige-werkstoffe.pdf>.
- 37 Reusch, Philipp (2022): Einführung des digitalen Produktpasses in der EU. <https://www.reuschlaw.de/news/einfuehrung-des-digitalen-produktpasses-in-der-eu/>.
- 38 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz: Umweltpolitische Digitalagenda. <https://www.bmuv.de/digitalagenda/auf-einen-klick>.
- 39 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz: Umweltpolitische Digitalagenda. <https://www.bmuv.de/digitalagenda/so-funktioniert>.
- 40 cradle to cradle (2022): Cradle to Cradle Certified® recognized in Australia's building scheme Green Star. <https://c2ccertified.org/>.
- 41 Umweltbundesamt (2022): Ökodesign Richtlinie. <https://www.umweltbundesamt.de/themen/wirtschaft-konsum/produkte/oekodesign/oekodesign-richtlinie#umweltfreundliche-gestaltung-von-produkten>.
- 42 Europäische Kommission (2022): Proposal for Ecodesign for Sustainable Products Regulation. [https://environment.ec.europa.eu/publications/proposal-ecodesign-sustainable-products-regulation\\_de](https://environment.ec.europa.eu/publications/proposal-ecodesign-sustainable-products-regulation_de).
- 43 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (2022): FAQ Recht auf Reparatur. <https://www.bmuv.de/themen/nachhaltigkeit-digitalisierung/konsum-und-produkte/faq-recht-auf-reparatur>.
- 44 Sambale, Markus (2022): Wo es beim Recht auf Reparatur hakt. <https://www.tagesschau.de/inland/innenpolitik/recht-auf-reparatur-101.html#:~:text=Im%20Rahmen%20einer%20EU%2DRichtlinie,Die%20Hersteller%20m%C3%BCssen%20Reparaturanleitungen%20liefern>.
- 45 Jones, Hugh: Product carbon footprint label. [https://www.carbontrust.com/what-we-do/assurance-and-labelling/product-carbon-footprint-label#:~:text=What%20is%20a%20product%20carbon,carbon%20dioxide%20equivalents%20\(CO2e\)](https://www.carbontrust.com/what-we-do/assurance-and-labelling/product-carbon-footprint-label#:~:text=What%20is%20a%20product%20carbon,carbon%20dioxide%20equivalents%20(CO2e)).
- 46 iPoint: Product Carbon Footprint. <https://www.ifu.com/product-carbon-footprint/>.
- 47 The University of new South Wales, Sydney, Australia (2019): Sustainability in Manufacturing & Life Cycle Engineering. Research Group @ UNSW. <http://www.lceresearch.unsw.edu.au/>.
- 48 Hao, Karen (2019): MIT Technology Review Training a single AI model can emit as much carbon as five cars in their lifetimes Deep learning has a terrible carbon footprint. Training a single AI model can emit as much carbon as five cars in their lifetimes | MIT Technology Review.
- 49 Gupta, Abhishek (2021): „The Imperative for Sustainable AI Systems“. The Imperative for Sustainable AI Systems (thegradient.pub).
- 50 Banbury, C. R., Reddi, V. J., Lam, M., Fu, W., Fazel, A., Holleman, J., ... & Yadav, P. (2020). Benchmarking TinyML systems: Challenges and direction. arXiv preprint arXiv:2003.04821.
- 51 Gupta, Abhishek (2021): „The Imperative for Sustainable AI Systems“. The Imperative for Sustainable AI Systems (thegradient.pub).
- 52 Sapunov, Grigory (2021): Hardware for Deep Learning. Part 4: ASIC. <https://blog.inten.to/hardware-for-deep-learning-part-4-asic-96a542fe6a81>.
- 53 SmartFactory OWL: <https://smartfactory-owl.de/smart-e-factory/>.
- 54 Bundesnetzagentur: Aktuelle Strommarktdaten. <https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/Elektrizitaetund-Gas/HandelundVertrieb/SMARD/Aktuelles/start.html>.
- 55 Sankey Flow Show: Was ist ein Sankey-Diagramm? <https://www.sankeyflowshow.com/DE/pages/whatsankey.html>.
- 56 Umweltbundesamt (2022): Carbon Capture and Storage. <https://www.umweltbundesamt.de/themen/wasser/gewaesser/grundwasser/nutzung-belastungen/carbon-capture-storage#grundlegende-informationen>.
- 57 Global CCS Institute (2023): European Commission presents a green deal industrial plan for the Net-Zero Age. <https://www.globalccsinstitute.com/news-media/latest-news/european-commission-presents-a-green-deal-industrial-plan-for-the-net-zero-age/>.

- 58 FAO, IFAD, UNICEF, WFP and WHO (2022): The State of Food Security and Nutrition in the World 2022. Repurposing food and agricultural policies to make healthy diets more affordable. Rome, FAO. <https://doi.org/10.4060/cc0639en>.
- 59 DVGW: Sektorenkopplung – Synergien sinnvoll nutzen. <https://www.dvgw.de/themen/energiewende/sektorenkopplung>.
- 60 Europäisches Parlament (2023): Legislative Train. <https://www.europarl.europa.eu/legislative-train/carriage/zero-pollution-action-plan/report?sid=6701>.
- 61 Europäische Kommission: Null-Schadstoff-Aktionsplan. [https://environment.ec.europa.eu/strategy/zero-pollution-action-plan\\_de](https://environment.ec.europa.eu/strategy/zero-pollution-action-plan_de).
- 62 Umweltbundesamt (2021): The Zero Pollution Action Plan as a chance for a cross-regulatory approach to pollution prevention and reduction. [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/20210909\\_sciopap\\_zpa-aktionsplan\\_final.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/20210909_sciopap_zpa-aktionsplan_final.pdf).
- 63 P. Eyerer, H. Florin, T. Kupfer, M.-A. Wolf, R. Kuehr: Towards Sustainability – Zero Emission (ZE) and Life Cycle Engineering (LCE). [https://web.archive.org/web/20040509182524/http://www.ce.berkeley.edu/~horvath/NATO\\_ARW/FILES/Eyerer-Lignin.pdf](https://web.archive.org/web/20040509182524/http://www.ce.berkeley.edu/~horvath/NATO_ARW/FILES/Eyerer-Lignin.pdf).
- 64 Das Siegel für fairen Handel: Fairtrade Deutschlan. <https://www.fairtrade-deutschland.de/>.
- 65 World Fair Trade Organization | Home of Fair Trade Enterprises. <https://wfto.com/>.
- 66 Bundesministerium für Wirtschaft und Kultur (2022): Nachhaltigkeit im Kontext der Blockchain-Technologie. Nachhaltigkeit im Kontext der Blockchain-Technologie (bundesregierung.de).
- 67 Fraunhofer IML: Was bewegt wird, muss auch bezahlt werden. [https://www.iml.fraunhofer.de/de/presse\\_medien/magazin\\_logistikentdecken/ausgabe--22/was-bewegt-wird--muss-auch-bezahlt-werden.html](https://www.iml.fraunhofer.de/de/presse_medien/magazin_logistikentdecken/ausgabe--22/was-bewegt-wird--muss-auch-bezahlt-werden.html).

Das Mittelstand-Digital Zentrum Ruhr-OWL gehört zu Mittelstand-Digital. Mit dem Mittelstand-Digital Netzwerk unterstützt das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz die Digitalisierung in kleinen und mittleren Unternehmen und dem Handwerk.

Das Mittelstand-Digital Netzwerk bietet mit den Mittelstand-Digital Zentren, der Initiative IT-Sicherheit in der Wirtschaft und Digital Jetzt umfassende Unterstützung bei der Digitalisierung. Kleine und mittlere Unternehmen profitieren von konkreten Praxisbeispielen und passgenauen, anbieterneutralen Angeboten zur Qualifikation und IT-Sicherheit. Das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz ermöglicht die kostenfreie Nutzung und stellt finanzielle Zuschüsse bereit.

Weitere Informationen finden Sie unter [www.mittelstand-digital.de](http://www.mittelstand-digital.de).

Mittelstand-  
Digital 

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages