

Anreizsysteme für eine ökologisch nachhaltige Digitalisierung in kleinen und mittleren Unternehmen (KMU)

Berlin, 03.12.2021

Autorinnen und Autoren

Cara-Sophie Scherf
Christoph Brunn
Carl-Otto Gensch
Dr. Andreas R. Köhler

Öko-Institut e.V.

Arne von Hofe
Anna Hilger
Marianne Magnus-Melgar
Laura Schultheis

CSCP

Kontakt

info@oeko.de
www.oeko.de

Geschäftsstelle Freiburg

Postfach 17 71
79017 Freiburg

Hausadresse

Merzhauser Straße 173
79100 Freiburg
Telefon +49 761 45295-0

Büro Berlin

Borkumstraße 2
13189 Berlin
Telefon +49 30 405085-0

Büro Darmstadt

Rheinstraße 95
64295 Darmstadt
Telefon +49 6151 8191-0

Partner



Im Auftrag der



Bundesnetzagentur

Kontakt Partner

Collaborating Centre on Sustainable Consumption and Production (CSCP) gGmbH

Hagenauer Straße 30

42107 Wuppertal

Telefon +49 202 45958-10

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	6
Tabellenverzeichnis	8
Zusammenfassung	9
Summary	10
1 Einleitung	13
2 Status quo der nachhaltigen Digitalisierung in KMU	14
2.1 Bestandsaufnahme des Einsatzes digitaler Technologien zur Verfolgung ökologischer Nachhaltigkeit in und durch KMU	14
2.1.1 Deutsche KMU im digitalen Mittelfeld	15
2.1.1.1 Einsatz digitaler Technologien in Deutschland im europäischen Vergleich	18
2.1.2 Digitalisierung und ökologische Nachhaltigkeit im Unternehmenskontext	21
2.1.2.1 Werden Digitalisierung und ökologische Nachhaltigkeit in deutschen KMU zusammen gedacht?	22
2.1.3 Grün-digitalisierte Zukunft in Europa: Investitionen in nachhaltige Technologien	26
2.2 Motive, Herausforderungen und Hemmnisse für die Umsetzung einer nachhaltigen Digitalisierung in KMU	30
2.2.1 Motive von Unternehmen	31
2.2.2 Hemmnisse von Unternehmen	33
2.2.2.1 Unternehmensinterne Hemmnisse	33
2.2.2.2 Unternehmensexterne Hemmnisse	36
3 Anreizsysteme für eine ökologisch nachhaltige Digitalisierung	38
3.1 Ökologisch nachhaltige Digitalisierung: ein noch junges Politikfeld	38
3.2 Bestehende Instrumente der politischen Anreizsetzung	39
3.2.1 Kapazitäts- und Kompetenzaufbau in KMU	41
3.2.2 Zugang zu Finanzierungsmöglichkeiten, fiskalpolitische Maßnahmen	42
3.2.3 Marktregulierung und Standardisierung: Grüne IKT	44
3.3 Die Notwendigkeit politischer Steuerung	45
4 Förderung der Kooperation zwischen KMU und Start-ups	48
4.1 Status quo	49
4.2 Kooperationsmodelle	50
4.3 Motive und Hemmnisse bei der Kooperation zwischen KMU und Start-ups	54
4.3.1 Motive von KMU für die Kooperation mit Start-ups	55

4.3.2	Hemmnisse von KMU für die Kooperation mit Start-ups	57
4.4	Empfehlungen für eine stärkere Zusammenarbeit von KMU und Start-ups	59
4.5	Good Practice: Kooperation Assmann Büromöbel und Halocline	62
5	Messung, Darstellung und Kommunikation von ökologischer Nachhaltigkeit	64
5.1	Gängige Methoden zur Messung und Darstellung der Umweltleistung	66
5.1.1	Umweltmanagement gemäß DIN EN ISO 14001:2015-11	66
5.1.2	EU-Gemeinschaftssystem für Umweltmanagement und Umweltbetriebsprüfung (EMAS)	68
5.1.3	Ökobilanz / Lebenszyklusanalyse gemäß DIN EN ISO 14040 und 14044	69
5.1.4	ETSI-Norm TS 103 199 Environmental Engineering and Life Cycle Assessment of ICT equipment, networks and services	71
5.1.5	Methode des ökologischen Fußabdrucks von Produkten (PEF) und Organisationen (OEF)	72
5.1.6	Green House Gas (GHG) Protocol	74
5.1.7	Norm DIN EN ISO 14064 – Spezifikation mit Anleitung zur quantitativen Bestimmung und Berichterstattung von Treibhausgasemissionen und Entzug von Treibhausgasen auf Organisationsebene	76
5.1.8	Norm ECMA-341 "Environmental Design Considerations for ICT & CE Products"	76
5.2	Kommunikation der ökologischen Nachhaltigkeit durch Unternehmen	77
5.2.1	Global Reporting Initiative (GRI)	79
5.2.2	Deutscher Nachhaltigkeitskodex (DNK)	80
5.3	Best Practice-Beispiele	81
5.3.1	Nutzung von Industrie 4.0-Instrumenten für Nachhaltigkeitsgewinne	81
5.3.2	Nachhaltigkeitsberichterstattung	82
5.3.3	Online CO ₂ e-Fußabdruck Rechner	84
6	Schlussfolgerungen	86
	Literaturverzeichnis	89
	Anhang	99
	Anhang I. Übersicht zu Interviews	99
	Anhang II. Grafiken zu Kapitel 2	101
	Anhang III. Grafiken zu Kapitel 4	108

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Stufen der Digitalisierung	16
Abbildung 2:	Der EIBIS-Index für Unternehmensdigitalisierung 2020	19
Abbildung 3:	Einsatz verschiedener digitaler Technologien (% der Unternehmen) für 2020	20
Abbildung 4:	Gemeinsame Betrachtung von Nachhaltigkeit und Digitalisierung in KMU 2020	23
Abbildung 5:	Bedarfe von KMU im Kontext ökologisch nachhaltiger Digitalisierung 2020	24
Abbildung 6:	Grün-digitale Patente im internationalen Vergleich nach Patentanzahl (linke Achse) und Patentanteil (rechte Achse)	27
Abbildung 7:	Wettbewerbsvorteile bei grün-digitalen Patenten in den EU-Mitgliedstaaten (2012-2017)	28
Abbildung 8:	Anteil von Unternehmen (in %) entlang der Unternehmenscluster 2020?	29
Abbildung 10:	Ausschnitt aus der Input-Output Kennzahlen aus dem Nachhaltigkeitsbericht 2020 der Neumarkter Lammsbräu	83
Abbildung 11:	Darstellung der Treibhausgasemissionen im Nachhaltigkeitsbericht 2020 der Neumarkter Lammsbräu	84
Abbildung 12:	Online-Berechnungstool für den CO ₂ e-Fußabdruck von Brot (Beispiel)	85
Abbildung 13:	Online-Berechnungstool für den CO ₂ -Fußabdruck von Strom (Beispiel)	86
Abbildung 14:	Einsatz digitaler Technologien nach Sektor: Deutschland und die EU 2020	101
Abbildung 15:	Future IT Report: Einfluss der digitalen Transformation auf Nachhaltigkeitsziele	101
Abbildung 16:	Forsa-Umfrage: Die wichtigsten Herausforderungen für das eigene Unternehmen	102
Abbildung 17:	Forsa- Umfrage: Synergieeffekte zwischen Digitalisierung und Nachhaltigkeit	102
Abbildung 18:	Ko- Okkurrenzmatrix von digitalen und grünen Patenten	103
Abbildung 19:	Die vier digitalen und grünen Profile	104
Abbildung 20:	Die vier digitalen und grünen Profile, nach Sektor, Anteil der Unternehmen (in %)	104
Abbildung 21:	Die vier digitalen/grünen Profile, nach Unternehmensgröße, Anteil der Unternehmen (in %)	105
Abbildung 22:	Unternehmen, die in Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz investieren (% der Unternehmen) und Anteil der Gesamtinvestitionen für diese Maßnahmen (% der Gesamtinvestitionen), nach Größe und digitaler Intensität	106

Abbildung 23: Investitionen zur Bewältigung der Auswirkungen von Wetterereignissen und zur Verringerung der Kohlenstoffemissionen (% der Unternehmen), nach Größe und digitaler Intensität
107

Abbildung 24: Framing der Kollaborationsmodelle
108

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Gegenüberstellung von Hemmnissen und möglichen Lösungsansätzen	40
Tabelle 2: Kollaborationsmodelle und ihre Vor- und Nachteile	52
Tabelle 3: Bewertungsübersicht für UMS nach ISO 14001	67
Tabelle 4: Bewertungsübersicht für UMS nach EMAS	69
Tabelle 5: Bewertungsübersicht für Norm ISO 14040 für Ökobilanzen	71
Tabelle 6: Bewertungsübersicht für ETSI-TS 103 199	72
Tabelle 7: Bewertungsübersicht für den ökologischen Fußabdruck von Produkten (PEF) und Organisationen (OEF)	73
Tabelle 8: Bewertungsübersicht für das Green House Gas (GHG) Protocol	75
Tabelle 9: Bewertungsübersicht für DIN EN ISO 14064	76
Tabelle 10: Bewertungsübersicht für ECMA-341	77
Tabelle 11: Bewertungsübersicht für die Global Reporting Initiative	80
Tabelle 12: Bewertungsübersicht für den Deutschen Nachhaltigkeitskodex	81

Zusammenfassung

Digitalisierung und (ökologische) Nachhaltigkeit sind zwei Trends, die unsere Wirtschaft und Gesellschaft auf grundlegende Weise verändern, und in einer wechselseitigen Beziehung stehen: Digitale Lösungen bergen einerseits große Nachhaltigkeitspotenziale, beispielsweise im Hinblick auf Ressourceneffizienz, die Nachverfolgung von Lieferketten oder zirkuläre Geschäftsmodelle. Andererseits bestehen jedoch auch Risiken, darunter der erhöhte Energie- und Rohstoffverbrauch, der mit der Herstellung, Nutzung und Entsorgung von Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT) einhergeht. Diese Ambivalenz der Digitalisierung wird nicht nur wissenschaftlich kontrovers diskutiert, sondern ist in den letzten Jahren auch zunehmend in den Fokus der Politik gerückt.

Unternehmen nehmen dabei eine wesentliche Rolle ein, denn ohne die nachhaltigkeitsorientierte Umgestaltung der Wirtschaft können globale Umwelt- und Klimaziele nicht erreicht werden. In Deutschland haben zudem kleine und mittlere Unternehmen (KMU) einen besonderen Stellenwert: Sie machen etwa 99 % aller Unternehmen aus, stellen circa 60 % der Arbeitsplätze und erwirtschaften mehr als 50 % der Wertschöpfung. Des Weiteren fungieren KMU als wichtiger Innovationsmotor für eine nachhaltige Entwicklung (McDaniels und Robins 2017).

Vor diesem Hintergrund hat die vorliegende Studie das Thema der ökologisch nachhaltigen Digitalisierung in KMU näher untersucht und kommt zu folgenden Ergebnissen.

Status quo der nachhaltigen Digitalisierung in KMU

In einem ersten Schritt wurde eine Bestandsaufnahme zur ökologisch nachhaltigen Digitalisierung in KMU und Unternehmen vorgenommen. Dabei wurde auch beleuchtet, welche Zielsetzungen KMU hiermit verfolgen und welchen Hemmnissen und Herausforderungen sie dabei gegenüberstehen.

Die Studie kommt zu dem Ergebnis, dass KMU – obgleich Digitalisierung und Nachhaltigkeit in enger Beziehung zueinanderstehen und digitale Lösungen Unternehmen dabei unterstützen können, effizienter und ökologisch nachhaltiger zu wirtschaften – die beiden Themen bislang selten zusammen denken. KMU weisen zudem starke Defizite auf, was den Digitalisierungsgrad angeht. Hemmnisse für beide Aspekte sind sowohl im Unternehmen zu finden, etwa weil es an Wissen, Kompetenzen, finanziellen Ressourcen oder auch an Unterstützung durch das obere Management mangelt, als auch unternehmensextern. KMU bzw. Unternehmen geben unter anderem an, dass Mängel in der IT-Infrastruktur fortbestehen, Unsicherheiten bzgl. Datenschutz und Datensicherheit bestehen und die Nachfrage nach nachhaltigen Produkten unzureichend ist.

Anreizsysteme für eine ökologisch nachhaltige Digitalisierung

In einem zweiten Schritt wurde analysiert, welche Rolle die Politik in der Förderung ökologisch nachhaltiger Digitalisierung in KMU einnehmen kann und sollte. Neben der Vorstellung ausgewählter Instrumente, wurden Lücken aufgezeigt und politische Handlungsempfehlungen abgeleitet.

Im Hinblick auf politische Anreizsysteme zeigt sich einerseits eine enorm hohe Dynamik und stetig wachsende Zahl an Strategien und (Gesetzes-)Initiativen, die das Thema der nachhaltigen Digitalisierung berühren. Die Politik hat den Gestaltungsbedarf einer grünen digitalen Transformation demnach grundsätzlich erkannt. Andererseits wird deutlich, dass bislang nur wenige konkrete Instrumente existieren, die auch Anwendung finden. Nebst rechtlichen Vorschriften zu grüner IKT, sind es vor allem finanzielle Förderinstrumente und solche, die den Kompetenzaufbau in KMU beabsichtigen. Um eine (ökologisch) nachhaltige Digitalisierung zu fördern, bedarf es jedoch einer weit umfassenderen politischen Gestaltung. So sollten etwa bestehende

Investitionsförderprogramme für KMU deutlich ausgeweitet und Lösungen, die als nachhaltig identifiziert werden, von der Politik gezielt gefördert und in die Fläche getragen werden.

Förderung der Kooperation zwischen KMU und Start-ups

Weiterhin wurde untersucht, inwiefern ökologisch motivierte Start-ups mit KMU kooperieren und welche Empfehlungen für eine verbesserte und intensiviere Zusammenarbeit zwischen diesen Akteursgruppen abgeleitet werden können.

Die Kooperationen zwischen KMU und ökologisch motivierten Start-ups in Deutschland ist bisher kaum untersucht worden. Und dies, obwohl sich fast jedes dritte Start-up als Teil der Green Economy einordnet. Auf Seiten der KMU wird die Zusammenarbeit mit Start-ups zur Stärkung der eigenen Innovations- und Wettbewerbsfähigkeit verfolgt. Allerdings arbeitet nur etwa ein Drittel der KMU tatsächlich mit Start-ups im Allgemeinen zusammen. Dies wird vor allem auf die unterschiedliche Unternehmenskultur und die bisher noch unzureichend strukturierte Kontaktabahnung zurückgeführt. Die Analyse zeigt, dass erhebliches Verbesserungspotenzial besteht, um KMU und ökologisch motivierte Start-ups gezielter zusammenzubringen.

Messung, Darstellung und Kommunikation von ökologischer Nachhaltigkeit

Schließlich hat sich die Studie mit ausgewählten Methoden und Standards befasst, mit deren Hilfe KMU und Unternehmen im Allgemeinen ihre ökologische Nachhaltigkeit objektiv und verifizierbar messen und gegenüber Dritten kommunizieren können.

Hierbei lässt sich zunächst festhalten, dass die meisten Methoden und Standards zu Umweltmanagementsystemen, Ökobilanzen oder auch zur nichtfinanziellen Berichterstattung nicht explizit für KMU konzipiert sind. Sie sehen auch keine Erleichterungen für KMU o.ä. vor. Entsprechend selten finden sie bislang Anwendung. Dennoch ist davon auszugehen, dass KMU perspektivisch verstärkt auf solche Methoden zurückgreifen (müssen), da sowohl seitens der Politik als auch seitens Geschäftskunden und anderer Akteure der Druck wächst, Daten zur Umweltleistung zu erfassen und offenzulegen. Während nur sehr wenige der untersuchten Methoden die Digitalisierung explizit berühren, kann diese die Datenerfassung und -auswertung bedeutend erleichtern.

Summary

Digitalisation and (environmental) sustainability are two trends that are changing our economy and society in a fundamental way, and are interrelated: On the one hand, digital solutions hold great sustainability potential, for example in terms of resource efficiency, supply chain tracking or circular business models. On the other hand, however, there are also risks, including the increased consumption of energy and raw materials associated with the production, use and disposal of information and communications technology (ICT). This ambivalence of digitalisation is not only the subject of controversial scientific debate but has also increasingly become the focus of political attention in recent years.

Companies play a key role in this, because global environmental and climate goals cannot be achieved without a sustainability-oriented transformation of the economy. In Germany, small and medium-sized enterprises (SMEs) play a particularly important role: they account for around 99 % of all companies, provide around 60 % of jobs and generate more than 50 % of added value.

Furthermore, SMEs act as an important innovation driver for sustainable development (McDaniels and Robins 2017).

Against this backdrop, this study examined the topic of ecologically sustainable digitization in SMEs in more detail and came to the following conclusions.

Status quo of sustainable digitalisation in SMEs

The first step was to take stock of ecologically sustainable digitalisation in SMEs and larger companies. The study also looked at the objectives SMEs are pursuing in this area and the obstacles and challenges they face.

The study came to the conclusion that, although digitalisation and sustainability are closely related and digital solutions can help companies to operate more efficiently and in a more ecologically sustainable manner, SMEs have so far rarely thought of the two issues together. SMEs also show great deficits when it comes to their degree of digitalisation. Obstacles to both aspects can be found both within the company, for example due to a lack of knowledge, competencies, financial resources or support from upper management, and also outside the company. SMEs and companies state, among other things, that deficiencies in the IT infrastructure persist, that there are uncertainties regarding data protection and data security, and that demand for sustainable products is insufficient.

Incentive systems for ecologically sustainable digitalisation

In a second step, the role that politics can and should play in promoting ecologically sustainable digitalisation in SMEs was analyzed. In addition to presenting selected instruments, gaps were identified and political recommendations for action were derived.

With regard to political incentive systems, on the one hand a highly dynamic and steadily growing number of strategies and (legislative) initiatives touching on the topic of sustainable digitization is apparent. Policymakers have fundamentally recognized the need to shape a green digital transformation. On the other hand, only a few concrete instruments that are also being applied currently exist. In addition to legal regulations on green ICT, there are primarily financial support instruments and those intended to build up expertise in SMEs. In order to promote (ecologically) sustainable digitalisation, however, a far more comprehensive policy design is required. For example, existing investment support programs for SMEs should be significantly expanded and solutions identified as sustainable should be specifically targeted and promoted by policymakers in terms of roll-out.

Promoting cooperation between SMEs and start-ups

Furthermore, it was investigated to what extent ecologically motivated start-ups cooperate with SMEs and which recommendations can be derived for an improved and intensified cooperation between these groups of actors.

Cooperation between SMEs and ecologically motivated start-ups in Germany has hardly been studied so far. This is despite the fact that almost every third start-up classifies itself as part of the Green Economy. On the part of SMEs, cooperation with start-ups is pursued to strengthen their own innovation and competitiveness. However, only about one-third of SMEs actually collaborate with start-ups in general. This is mainly attributed to the different corporate culture and the insufficiently structured contact initiation to date. The analysis shows that there is considerable potential for improvement in bringing together SMEs and ecologically motivated start-ups in a more targeted manner.

Measurement, presentation and communication of environmental sustainability

Finally, the study looked at selected methods and standards that SMEs and companies in general can use to measure their environmental sustainability in an objective and verifiable manner, as well as communicate it externally.

It should be noted first that most of the current methods and standards on environmental management systems, life cycle assessments or even non-financial reporting are not explicitly designed for SMEs. They also do not provide for any alleviation for SMEs or the like. Accordingly, they are rarely applied by SMEs. Nevertheless, it can be assumed that SMEs will (have to) make greater use of such methods in the future, as there is growing pressure from policymakers, business customers and other stakeholders to collect and disclose data on environmental performance. While very few of the methods examined explicitly touch on digitalisation, digital solutions can significantly facilitate data collection and analysis.

1 Einleitung

Digitalisierung und (ökologische) Nachhaltigkeit sind zwei Trends, die unsere Wirtschaft und Gesellschaft auf grundlegende Weise verändern, und in einer wechselseitigen Beziehung stehen: Digitale Lösungen bergen einerseits große Nachhaltigkeitspotenziale, beispielsweise im Hinblick auf Ressourceneffizienz, die Nachverfolgung von Lieferketten oder zirkuläre Geschäftsmodelle. Andererseits bestehen jedoch auch Risiken, darunter der erhöhte Energie- und Rohstoffverbrauch, der mit der Herstellung, Nutzung und Entsorgung von Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT) einhergeht. Umso wichtiger ist es, Digitalisierung und Nachhaltigkeit nicht als zwei unabhängige Entwicklungen zu betrachten, sondern Synergiepotenziale und Zielkonflikte frühzeitig zu identifizieren und letztere zumindest perspektivisch zu überkommen.

Diese Ambivalenz der Digitalisierung wird nicht nur wissenschaftlich kontrovers diskutiert, sondern ist in den letzten Jahren auch zunehmend in den Fokus der Politik gerückt, die den Gestaltungsbedarf grundsätzlich erkannt hat: Die Europäische Union (EU) etwa strebt an, eine global führende Position hinsichtlich einer grünen digitalen Transformation einzunehmen und die Digitalisierung „zum Wohle der Umwelt“ auszugestalten (Rat der Europäischen Union 2020). Mit dem richtigen politischen Rahmen sollen das Nachhaltigkeitspotenzial der Digitalisierung gehoben und die Risiken der Digitalisierung für die Umwelt eingedämmt werden (BMU 2020, WBGU 2019, Gensch et al. 2019).

Unternehmen nehmen dabei eine wesentliche Rolle ein, denn ohne die nachhaltigkeitsorientierte Umgestaltung der Wirtschaft können globale Umwelt- und Klimaziele nicht erreicht werden. In Deutschland haben zudem kleine und mittlere Unternehmen (KMU) einen besonderen Stellenwert: Sie machen etwa 99 % aller Unternehmen aus, stellen circa 60 % der Arbeitsplätze und erwirtschaften mehr als 50 % der Wertschöpfung. Des Weiteren fungieren KMU als wichtiger Innovationsmotor für eine nachhaltige Entwicklung (McDaniels und Robins 2017).

Ogleich Digitalisierung und Nachhaltigkeit in enger Beziehung zueinanderstehen und digitale Lösungen Unternehmen dabei unterstützen können, effizienter und ökologisch nachhaltiger zu wirtschaften, werden die beiden Themen von Unternehmen dennoch selten konsequent zusammen gedacht. Dies gilt in besonderem Maße für KMU, die laut aktuellen Forschungsstudien zudem einen geringen Digitalisierungsgrad aufweisen. So geben beispielsweise nur wenige KMU an, über eine Digitalisierungsstrategie zu verfügen und fortgeschrittenere Technologien als stationäres Internet einzusetzen (Saam et al., 2016, S. 13ff.). Ein noch geringerer Anteil denkt Digitalisierung und Nachhaltigkeit bislang zusammen. Als Gründe hierfür werden u.a. fehlendes Wissen und fehlende Finanzmittel genannt (Rüter und Fink 2021).

Vor diesem Hintergrund hat die vorliegende Studie zum Ziel, das Thema der ökologisch nachhaltigen Digitalisierung in KMU näher zu beleuchten. Die Studie basiert auf Literaturanalysen sowie Interviews mit KMU und ausgewählten Expert:innen¹ und gliedert sich in die folgenden vier thematischen Abschnitte nebst allgemeinen Schlussfolgerungen:

- Status quo der nachhaltigen Digitalisierung in KMU (Kapitel 2): In diesem Kapitel wird eine Bestandsaufnahme zur ökologisch nachhaltigen Digitalisierung in KMU und Unternehmen im Allgemeinen vorgenommen. Dabei wird herausgestellt, inwiefern die beiden Themenbereiche

¹ Die Liste der Gesprächspartner kann Anhang I entnommen werden.

bereits zusammengedacht werden. Des Weiteren wird beleuchtet, welche Zielsetzungen KMU hiermit verfolgen und welchen Hemmnissen und Herausforderungen sie dabei gegenüberstehen.

- Anreizsysteme für eine ökologisch nachhaltige Digitalisierung (Kapitel 0): In einem zweiten Schritt wird analysiert, welche Rolle die Politik in der Förderung ökologisch nachhaltiger Digitalisierung in KMU einnehmen kann und sollte. Neben der Vorstellung ausgewählter Instrumente, werden Lücken aufgezeigt und politische Handlungsempfehlungen abgeleitet.
- Förderung der Kooperation zwischen KMU und Start-ups (Kapitel 4): In diesem Kapitel wird dargestellt inwiefern ökologisch motivierte Start-ups und Start-ups im Allgemeinen mit KMU kooperieren. Es werden Motive und Hemmnisse für Kooperationen und Empfehlungen für eine verbesserte und intensiverte Zusammenarbeit zwischen diesen Akteursgruppen abgeleitet.
- Messung, Darstellung und Kommunikation von ökologischer Nachhaltigkeit (Kapitel 0): Schließlich werden ausgewählte Methoden und Standards vorgestellt, mit deren Hilfe KMU und Unternehmen im Allgemeinen ihre ökologische Nachhaltigkeit objektiv und verifizierbar messen und gegenüber Dritten kommunizieren können.

2 Status quo der nachhaltigen Digitalisierung in KMU

In Kapitel 2.1 erfolgt eine literaturbasierte Analyse, welche überblicksartigen Erkenntnisse in der wissenschaftlichen, grauen und praxisbezogenen Literatur dazu vorliegen, ob und inwiefern digitale Technologien von KMU für ökologische Nachhaltigkeitszwecke eingesetzt werden. In Kapitel 2.2 werden ergänzend wesentliche Motive, Herausforderungen und Hemmnisse für diesen Untersuchungsgegenstand dargestellt. Zusätzlich werden Erkenntnisse aus den Experteninterviews mit KMU und Multiplikatoren ergänzt, die punktuelle Einblicke in das praktische Geschehen nachhaltiger Digitalisierung in KMU ermöglichen.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass auf Basis einer umfassenden Literaturrecherche kaum überblicksorientierte Studien vorliegen, die explizit behandeln, inwieweit digitale Technologien in KMU für ökologische Nachhaltigkeitsziele eingesetzt werden und was die Motivationen und Hemmnisse dafür sind. Die hier betrachteten Berichte und Studien legen nahe, dass Digitalisierung und Nachhaltigkeit in den meisten KMU getrennt voneinander betrachtet werden. Obwohl Unternehmen gemäß vereinzelter Studien mehrheitlich angeben, dass die Digitalisierung Potenzial für die Verbesserung ihrer Nachhaltigkeits-/ bzw. Umweltleistung hat, mangelt es, soweit nachvollziehbar, an der praktischen Umsetzung, aber auch an wissenschaftlicher Evidenz, dass die avisierten positiven Umwelteffekte überhaupt und mit entsprechender Kausalität eintreten. Die in Kapitel 2.2 identifizierten internen und externen Barrieren liefern Anhaltspunkte zur Erklärung der Erkenntnis-Handlungslücke auf Seiten der KMU und bieten mit den ergänzenden Motivatoren eine Informationsgrundlage für die folgenden Ausführungen zur politischen Instrumentierung.

2.1 Bestandsaufnahme des Einsatzes digitaler Technologien zur Verfolgung ökologischer Nachhaltigkeit in und durch KMU

Zunächst wird in 2.1.1 ein Überblick über den Stand der Digitalisierung in deutschen KMU gegeben. Dazu gehört auch ein Vergleich im europäischen Betrachtungsrahmen in 2.1.1.1. In 2.1.2 werden identifizierte Themenschwerpunkte aus der Literaturrecherche zur „ökologisch nachhaltigen Digitalisierung im Unternehmenskontext“ vorgestellt, wobei in 2.1.2.1 speziell der Frage

nachgegangen wird, ob Digitalisierung und ökologische Nachhaltigkeit im deutschen Mittelstand gemeinsam betrachtet werden. In 2.1.3 wird ein Blick auf die Innovationsleistung und Investitionen von europäischen Unternehmen in grüne, digitale beziehungsweise grün-digitale Technologien geworfen, um einen Ausblick auf zukünftige Entwicklungen zu geben.

2.1.1 Deutsche KMU im digitalen Mittelfeld

Es erscheint naheliegend, dass digitale Technologien zur Verfolgung ökologischer Nachhaltigkeit vor allem dann von Unternehmen eingesetzt werden, wenn die Verbesserung der Umweltleistung zum einen überhaupt ein Unternehmensziel ist, und zum anderen, wenn der Einsatz digitaler Technologien im Unternehmen hinreichend etabliert ist. Das Gros der Studien zeichnet jedoch das Bild, dass der Digitalisierungsgrad deutscher KMU – nicht zuletzt im internationalen Vergleich – stark ausbaufähig ist.

Es sei eingangs darauf verwiesen, dass es sich bei dem Begriff Digitalisierung um ein vielschichtiges und komplexes Querschnittsthema handelt (Denicolai et al., 2021, S. 2). Mit Blick auf unterschiedliche Unternehmenstypen innerhalb der digitalisierten Wirtschaft schlagen Beier et al. vor, die folgenden Cluster zu unterscheiden: Zum einen gibt es den Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT)-Sektor mit den entsprechenden IKT-Unternehmen, die die technologische Infrastruktur, Hard- und Software bereitstellen und die digitale Vernetzung überhaupt erst ermöglichen. Das zweite Cluster seien Digital-Unternehmen, deren Wertschöpfungsmodell im Wesentlichen auf der IKT-Nutzung basiert (z.B. digitale Plattformen), und schließlich die Digitalanwender, also Unternehmen, die Prozesse und Geschäftsmodelle vor allem zur Ergänzung und Weiterentwicklung ihres bestehenden Wertschöpfungsmodells nutzen (z.B. KMU, die Industrie 4.0 implementieren) (Beier, Fritzsche, et al., 2020, S. 2).

Im *Annual Report on European SMEs 2020/2021: Digitalisation of SMEs (2021)* wird darauf hingewiesen, dass Digitalisierung und digitale Transformation trotz unterschiedlicher Bedeutung häufig austauschbar verwendet werden und es wichtig ist, die Unterschiede zu verstehen². Digitalisierung kann die Umwandlung physischer Informationen in elektronische Sequenzen bedeuten (digitisation). Digitalisierung (digitalisation) kann auch bedeuten, dass der Einsatz digitaler Technologien dafür genutzt wird, um bestehende Geschäftsprozesse zu optimieren sowie neue Geschäftsfelder durch neue (digitale) Produkte und Dienstleistungen zu erschließen. Die digitale Transformation hingegen wird als auf die Digitalisierung folgender Schritt angesehen, bei dem fortgeschrittene digitale Technologien wie Cloud Computing und Big Data genutzt werden, um ein innovatives, an das digitale Zeitalter angepasstes Geschäftsmodell zu entwickeln und somit z.B. das Kundenerlebnis grundlegend zu verändern. Bei der digitalen Transformation geht es also um tiefgreifende Veränderungen innerhalb des Geschäftsmodells und der Organisationskultur durch digitale Technologien (Muller et al., 2021, S. 2f.).

Im Folgenden werden Erkenntnisse vier verschiedener Studien aus den Jahren 2016 bis 2020 zum Digitalisierungsstand deutscher Unternehmen vorgestellt. Hintergrund für die Verwendung etwas älterer Studien ist, dass sie Perspektiven auf die Digitalisierungsaktivitäten des deutschen Mittelstands beleuchten, die mit aktuelleren Studien nicht vergleichbar sind und als relevant erachtet werden. Die Studie *Digitalisierung im Mittelstand: Status Quo, aktuelle Entwicklungen und Herausforderungen (2016)* unterscheidet insgesamt drei verschiedene Digitalisierungsgrade

² Im englischen Sprachgebrauch unterscheidet man hier zwischen Digitisation, Digitalisation und Digital Transformation.

(Abbildung 1) und kommt zu dem Ergebnis, dass im Schnitt ca. die Hälfte der deutschen KMU (49 %) dem digitalen Mittelfeld zugeordnet werden kann. Das nächstgrößte Cluster ist das der digitalen Nachzügler mit 32 %, was bedeutet, dass ca. ein Drittel der deutschen KMU Stand 2016 noch in einem sehr grundlegenden Digitalisierungsstadium verweilen. Hier finden sich insbesondere Kleinst- und Kleinunternehmen (Saam et al., 2016, S. 13ff.). Fast ein Fünftel (19 %) der KMU in Deutschland lassen sich hingegen als digitale Vorreiter bezeichnen, erfüllen mindestens ein Kriterium der dritten Digitalisierungsstufe und sind entsprechend z.B. in Projekten der Industrie 4.0 involviert. Auffällig ist, dass im Schnitt mehr digitale Vorreiter in den wissensintensiven Dienstleistungen (31 %) vertreten sind und besonders viele Nachzügler im sonstigen verarbeitenden Gewerbe³ (45 %) (Saam et al., 2016, S. 25ff.).

Abbildung 1: Stufen der Digitalisierung

1. Digitalisierungsstufe: Grundlegend	<ul style="list-style-type: none"> stationäres Internet Homepage 	<ul style="list-style-type: none"> PC ERP automatisierte Datenverarbeitung 	<ul style="list-style-type: none"> Basiskompetenzen
2. Digitalisierungsstufe: Vernetzte Information und Kommunikation	<ul style="list-style-type: none"> mobiles Internet Internetanwendungen für Information und Kommunikation Externe Social Media (z.B. Blog) 	<ul style="list-style-type: none"> Analyse großer Datenmengen Cloud-Computing Interne Social Media (z.B. Wiki) 	<ul style="list-style-type: none"> Strategie angepasste Organisation Fortgeschrittene Kompetenzen IT-Fachkräfte
3. Digitalisierungsstufe: Vernetzte Produkte und Dienste	<ul style="list-style-type: none"> Geschäftsmodelle basierend auf digitalen Produkten und Diensten Apps Industrie 4.0 	<ul style="list-style-type: none"> Industrie 4.0 	<ul style="list-style-type: none"> FuE im Bereich eigener Anwendung digitaler Technologien und Geschäftsmodelle
	Externe Digitalisierung	Interne Digitalisierung	Wissensbasis

Anmerkung: Die blass gedruckten Elemente wurden im Rahmen der Unternehmensbefragung nicht erhoben.

Quelle: Saam et al., 2016, S. 10

Auch wenn der deutsche Mittelstand bei der Digitalisierung bisher im Mittelfeld liegt, zeigt eine repräsentative Befragung von 1.500 KMU in Deutschland aus 2019, dass dem Einsatz digitaler Technologien eine stetig wachsende Bedeutung beigemessen wird. Zum Befragungszeitpunkt gaben 66 % der KMU an, dass digitale Technologien eine mittlere bis sehr große Rolle im eigenen Unternehmen spielen, während dies zuvor im Jahr 2016 nur 54 % angegeben hatten. Demnach kommt dem Einsatz digitaler Technologien vor allem in den Branchen Elektrotechnik (62 %), Finanz- und andere Dienstleistungen (46 %), Maschinenbau (39 %) sowie Energie- und Wasserversorgung

³ Das sonstige verarbeitende Gewerbe wird hier in Abgrenzung zum forschungs- und entwicklungsintensiven (FuE) verarbeitendem Gewerbe definiert. Zum sonstigen verarbeitenden Gewerbe zählen die Branchen der Verbrauchsgüter, Grundstoffe, Metallindustrie, und Möbel-/Spielwarenindustrie, Medizintechnik, Reparatur/ Installation von Anlagen/Geräten. (FuE-intensives verarbeitendes Gewerbe: Chemie-, Pharmaindustrie, Elektroindustrie, Maschinenbau und Fahrzeugbau).

(32 %) eine sehr große Bedeutung zu. Der Einsatz digitaler Technologien bezieht sich vor allem auf die Kundenbeziehung (69%), auf die technische Nutzung mobiler Endgeräte, aber auch zunehmend auf Industrie 4.0 beziehungsweise eine vernetzte und automatisierte Produktion (51 %) und auf eine stärker integrierte Lieferkette mit Partnern (49 %) (EY, 2019, S. 3ff.).

Auch der *Monitoring-Report Wirtschaft DIGITAL 2018* des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) bestätigt, dass sich der Digitalisierungsgrad der deutschen Industrie im Schnitt im Vergleich zu den letzten Jahren verbessert hat. Zwar bleibt der Wirtschaftsindex DIGITAL⁴ für das Jahr 2018 insgesamt für alle deutschen Unternehmen konstant (54 von 100 möglichen Punkten), der Digitalisierungsindex für die gesamte Industrie steigt jedoch von 39 (2017) auf 45 Punkte (2018). Während im Jahr 2016 noch 48 % der befragten Industrie-Unternehmen der Meinung waren, dass Digitalisierungsprojekte unnötig seien, sind es im Jahr 2018 nur noch 29 % (BMWi, 2018, S. 10). In diesem Bericht, der sich jedoch nicht auf KMU beschränkt, werden 7 % der deutschen Unternehmen als digitale Vorreiter bezeichnet (fast ausschließlich Dienstleistungsunternehmen), während ein Drittel als digital fortgeschritten eingestuft wird. Das digitale Mittelfeld umfasst ca. 34 %, während 19 % als digitale Anfänger und 8 % als digitale Nachzügler gelten. Digitale Technologien werden hier vor allem von wissensintensiven Dienstleistern (z.B. Marktforschungsinstitute und Unternehmensberatungen) (67 %), der IKT-Branche (63 %), bei Finanz- und Versicherungsdienstleistungen (54 %), sowie bei der Energie- und Wasserversorgung (46 %) als äußerst wichtig erachtet (BMWi, 2018, S. 17).

Im Bericht geben zudem 81 % der Kleinst-⁵ und 87 % der mittleren Unternehmen an, dass Digitalisierung einen wichtigen bis sehr wichtigen Einfluss auf das Unternehmen hat und 85 % der Kleinst- sowie 89 % der mittleren Unternehmen sind zufrieden bis äußerst zufrieden mit der erreichten Digitalisierung im Jahr 2018 (BMWi, 2018, S. 16ff.). Des Weiteren geben 65 % der Kleinst- sowie 68 % der mittleren Unternehmen an Digitalisierung stark bis sehr stark in die Unternehmensstrategie einzubinden (BMWi, 2018, S. 22). Dass Digitalisierung einen sehr starken Einfluss auf den Unternehmenserfolg hat, geben 32 % der Kleinst- und 26 % der mittleren Unternehmen an (BMWi, 2018, S. 26). Die meist genutzten fortschrittlichen Technologien der Kleinst- und mittleren Unternehmen sind Cloud Computing (je 43 %), das Internet der Dinge (IoT), das vom Mittelstand im Schnitt sogar etwas mehr als von großen Unternehmen genutzt wird (39 % und 42 % versus 38 %) und die Nutzung von Smart Services mit je 29 %, während Big Data vor allem von großen Unternehmen (39 %) genutzt wird (Kleinst- 8 % und mittlere Unternehmen 17 %). Die Nutzungsrate von Blockchain ist relativ gering (8 % und 9 %) und für Robotik/Sensorik, sowie 3 D-Druck und Industrie 4.0 werden keine konkreten Daten für den Mittelstand genannt (BMWi, 2018, S. 38ff.).

Eine aktuelle Studie⁶ im Auftrag der Deutschen Telekom zum Digitalisierungsgrad des deutschen Mittelstands für das Jahr 2020 zeigt, dass der Digitalisierungsgrad mit einem Indexwert von 58 (von

⁴ In dem Bericht wird der Wirtschaftsindex DIGITAL gemessen, der den Digitalisierungsgrad der deutschen Wirtschaft widerspiegeln soll. In den Index fließen Themen wie die Nutzung digitaler Geräte und Infrastrukturen, die digitale Entwicklung der Unternehmen sowie die Geschäftserfolge durch die Digitalisierung ein und er basiert auf der Befragung hochrangiger Entscheider:innen aus 1.061 Unternehmen.

⁵ Als Kleinstunternehmen werden in diesem Bericht jene mit 0-9 Beschäftigten bezeichnet, mittlere Unternehmen als jene mit 10-249 Beschäftigten und große Unternehmen jene mit mehr als 250 Beschäftigten.

⁶ Studie: Im Auftrag der Deutschen Telekom befragte techconsult im Sommer 2020 rund 2.000 KMU aus verschiedenen Branchen zu ihren Digitalisierungsbemühungen anhand der vier Handlungsfelder

100 möglichen Punkten) um zwei Prozentpunkte gegenüber dem Vorjahr gestiegen ist. Als treibende Kraft hinter dem Digitalisierungsschub wird vor allem die COVID-19-Pandemie gesehen, die sich maßgeblich durch den Einsatz digitaler Technologien für mobiles und flexibles Arbeiten auf die Produktivität im Unternehmen auswirkte. Es wurde in digitale Tools wie Kommunikations- und Kollaborationstools und mobile Business-Anwendungen investiert, um Homeoffice oder virtuelle Konferenzen sowie Kundentermine zu ermöglichen. Ausschlaggebend waren aufgrund der begrenzten Kontaktmöglichkeiten auch der intensivere Kundenkontakt über digitale Kanäle und soziale Medien sowie die Notwendigkeit, das Geschäftsmodell um digitale Produkte und Dienstleistungen zu erweitern. Insgesamt geben 34 % der befragten KMU an, aufgrund der COVID-19-Pandemie kurzfristig Prozesse digitalisiert zu haben. Aus dem Bericht geht auch hervor, dass KMU, die vor der COVID-19-Pandemie über digitalisierte Geschäftsmodelle und -prozesse verfügten, die Krise gut überstanden haben, insbesondere die digitalen Vorreiter⁷. 77 % von ihnen geben an, dass sie dank digitaler Lösungen in der Lage waren schnell und flexibel auf die Folgen der COVID-19-Pandemie zu reagieren.

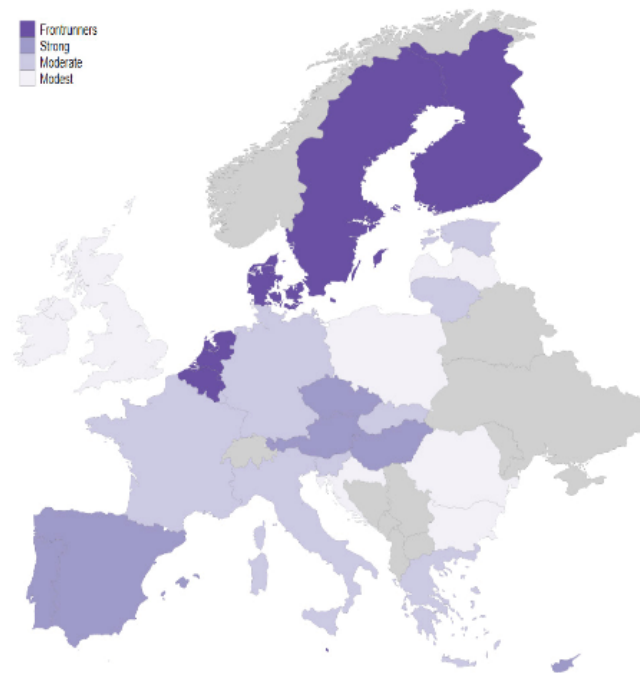
Fazit der Studie ist, dass angesichts der aktuellen COVID-19-Pandemie und ihrer begrenzten Ressourcen, KMU in naher Zukunft zunächst weiterhin in die Ausstattung ihrer Mitarbeitenden investieren (Video-/Webkonferenzen, Kollaborationslösungen; Remote Access/VPN-Lösungen, mobile Endgeräte, usw.) und Investitionen in fortschrittliche digitale Technologien (Künstliche Intelligenz (KI), Blockchain, Robotik, Augmented Reality (AR), Virtual Reality (VR), usw.) zurückstellen werden (Telekom & techconsult, 2020).

2.1.1.1 Einsatz digitaler Technologien in Deutschland im europäischen Vergleich

Im internationalen Vergleich zeigt sich, dass die europäischen Unternehmen bei der Einführung digitaler Technologien und digitaler Innovationen im Durchschnitt hinter den USA zurückliegen. In einer innereuropäischen Betrachtung zeigt sich je nach Region und Land ein heterogenes Bild (Ficarra et al., 2021, S. 4).

Beziehungen und Kunden, Produktivität im Unternehmen, digitale Geschäftsmodelle sowie IT-Sicherheit und Datenschutz.

⁷ Als digitale Vorreiter werden in dieser Studie die 10 % der Unternehmen mit den höchsten Digitalisierungsgraden bezeichnet.

Abbildung 2: Der EIBIS-Index für Unternehmensdigitalisierung 2020

Anmerkung: Die Unternehmen sind in Abhängigkeit ihres Beitrags zum Wirtschaftsoutput gewichtet.
 Quelle für die Berechnungen ist die EIB-Investitionsumfrage 2020.

Gemäß dem Bericht der Europäischen Investitionsbank (EIB) *Digitalisation in Europe 2020-2021: Evidence from the EIB Investment Survey* liegt Deutschland im innereuropäischen Vergleich mit einer Digitalisierungsquote⁸ von 62 % hinter Ländern wie Schweden, Finnland, Dänemark, den Niederlanden, der Tschechischen Republik oder Spanien (70 - 77 %) und Ländern wie Italien oder Portugal (65 - 69 %) zurück. Damit befindet sich Deutschland beim Einsatz fortschrittlicher Technologien in Unternehmen knapp unter dem EU-Durchschnitt (63 %) und wird entsprechend mit einem mäßigen EIBIS-Index für Unternehmensdigitalisierung⁹ bewertet, wie Abbildung 2 illustriert (Ficarra et al., 2021, S. 4).

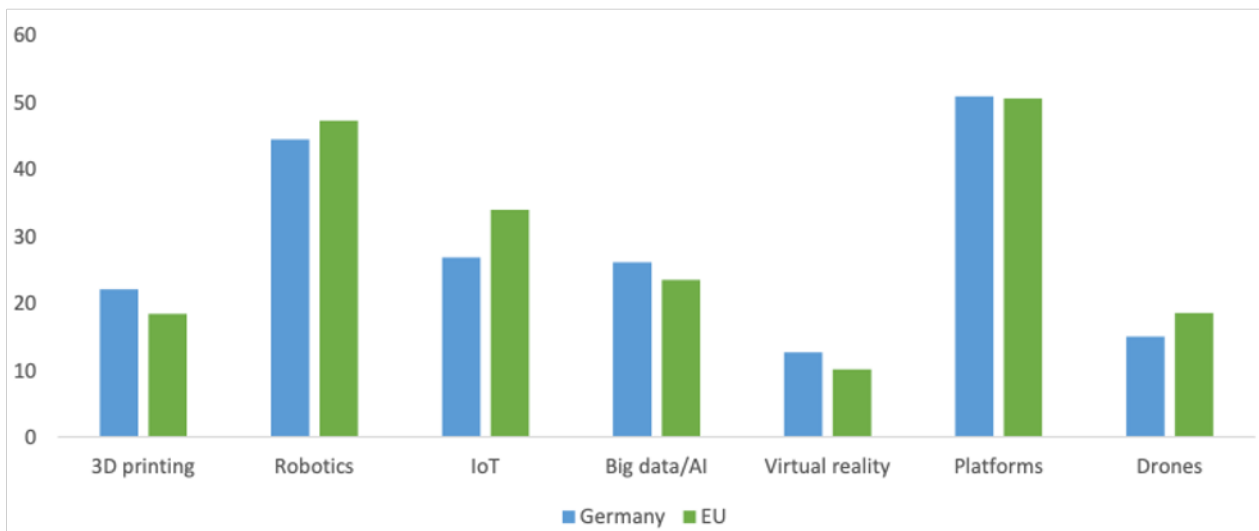
Ein Vergleich mit dem Rest der Europäischen Union (EU) zeigt, dass Deutschland bei der Nutzung fortschrittlicher digitaler Technologien im Dienstleistungssektor etwas besser abschneidet. Weitere Stärken sind auch im verarbeitenden Gewerbe und im Infrastrukturbereich zu beobachten. Im Bausektor, in dem die EU im internationalen Vergleich am schlechtesten abschneidet, liegt Deutschland sogar unter dem EU-Durchschnitt (s. Anhang II, Abbildung 14). Dabei gibt es in Deutschland große Differenzen hinsichtlich der Unternehmensgröße: Im Vergleich zu 74 % der Großunternehmen geben im Durchschnitt nur 47 % der deutschen KMU an, mindestens eine fortschrittliche digitale Technologie eingeführt zu haben (European Investment Bank, 2020, S. 9).

⁸ Die Digitalisierungsquote für die einzelnen Länder basieren auf den Ergebnissen der EIB Investitionsumfrage 2020. Sie berechnet den Durchschnitt der Unternehmen aus dem jeweiligen Land, die fortschrittliche digitale Technologien (3D-Druck, Robotik, IoT, kognitive Technologien, AR/VR, Drohnen, Plattformtechnologien) vollständig oder teilweise implementiert haben.

⁹ Der EIBIS-Digitalisierungsindex für Unternehmen untersucht den Grad der Digitalisierung in der EU und besteht aus sechs Komponenten: Digitalisierungsintensität, digitale Infrastruktur, Investitionen in Software und Daten, Investitionen in die Verbesserung der Organisation und der Geschäftsprozesse, Einsatz eines strategischen Überwachungssystems und digitale Perspektiven.

Plattformen und Robotik sind die meisteingesetzten fortschrittlichen digitalen Instrumente in Unternehmen der EU aber auch in Deutschland, gefolgt vom Internet der Dinge (IoT) und Big Data/KI. Die Kompetenzen Deutschlands übertreffen den EU-Durchschnitt insbesondere bei den Technologien des 3D-Drucks, bei der Anwendung von Big Data/KI und der virtuellen Realität sowie bei der Nutzung von Plattformen (Abbildung 3) (Ficarra et al., 2021, S. 53).

Abbildung 3: Einsatz verschiedener digitaler Technologien (% der Unternehmen) für 2020



Anmerkung: Ein Unternehmen wird als digital bezeichnet, wenn mindestens eine fortgeschrittene digitale Technologie in Teilen des Unternehmens eingesetzt wird. Die Unternehmen sind in Abhängigkeit ihres Beitrags zum Wirtschaftsausput gewichtet.

Quelle: EIB Investment Survey 2020, S. 53

Die Mittelstandsbefragung des *Eurobarometer Flash 486* bietet primär Einblicke in die Hindernisse und Herausforderungen, denen sich KMU in Europa beim Wachstum, beim Übergang zu nachhaltigeren Geschäftsmodellen und bei der Digitalisierung gegenübersehen. Darüber hinaus gibt sie Einblicke in den allgemeinen Digitalisierungsstand deutscher KMU. Hierfür wurden 501 KMU im Zeitraum Februar bis März 2020, also noch vor Ausbruch der Corona-Krise, befragt.

Eine große Mehrheit (76 %) der europäischen KMU gibt an, dass die Notwendigkeit besteht digitale Technologien einzuführen oder dass sie bereits einige davon eingeführt haben. 28 % der deutschen KMU (EU 34 %) gibt beispielsweise an, dass das Unternehmen zwar grundlegende digitale Technologien wie E-Mail oder eine Webseite eingeführt hat oder plant, diese einzuführen, aber keine fortschrittlichen digitalen Technologien¹⁰. Dabei sehen 29 % der deutschen KMU (EU 24 %) die Notwendigkeit, fortschrittliche digitale Technologien einzuführen, und haben damit begonnen diese zu implementieren, während 11 % (EU 10 %) momentan damit beschäftigt sind, welche dieser fortschrittlichen digitalen Technologien es übernehmen soll. Fast ein Fünftel der deutschen KMU (EU 18 %) sieht keine Notwendigkeit überhaupt fortschrittliche digitale Technologien einzuführen. Hinsichtlich des Einsatzes fortschrittlicher digitaler Technologien sind deutsche KMU im EU-Vergleich überdurchschnittlich mit Bezug auf Cloud Computing (D = 50 %, EU = 43 %), die Nutzung

¹⁰ Die sieben in der Umfrage aufgeführten fortgeschrittenen digitalen Technologien sind Cloud Computing, Hochgeschwindigkeitsinfrastruktur, Smarte Geräte, Big Data-Analytik, Robotik, KI und Blockchain-Technologie.

von Hochgeschwindigkeitsinfrastrukturen (D = 39 %, EU = 32 %) und bei der Nutzung intelligenter Geräte (D = 27 %, EU = 21 %) (European Commission, 2020a, S. 2).

2.1.2 Digitalisierung und ökologische Nachhaltigkeit im Unternehmenskontext

Studien, die sich mit Digitalisierung und Nachhaltigkeit in Unternehmen beschäftigen, befassen sich gemäß der für diese Studie durchgeführten Literaturanalyse überwiegend mit den folgenden thematischen Schwerpunkten: Corporate Digital Responsibility (CDR), Energie- und Ressourceneffizienz, Green IT und Industrie 4.0. Im Kontext der Ressourceneffizienz und Industrie 4.0 kommt der Kreislaufwirtschaft eine besondere Rolle zu. In der Nutzung digitaler Technologien wird eine große Chance gesehen, kreislaforientierte Lösungen u.a. im besonders emissionsintensiven industriellen Umfeld zu etablieren (Berg et al., 2020, S. 4).

Zum Thema CDR gibt es beispielsweise wissenschaftliche Studien zu wahrgenommenen Chancen und Risiken (Herden et al., 2021) oder repräsentative Verbraucherbefragungen zu Erwartungen und Verbrauchervertrauen in digitale Produkte und Dienstleistungen (Kettner & Thorun, 2021). Dr. Saskia Dörr gibt im Experteninterview an, dass die DAX-Unternehmen nach ihrer Erkenntnislage aktuell die Entwicklung und Debatte rund um CDR dominieren, da sie Reputationschancen erkennen und Regulierungsrisiken vorwegnehmen wollen. Inwieweit mit den bisherigen Aktivitäten nachweislich gesellschaftlicher Impact erzielt werde, sei aktuell noch schwer zu beurteilen. In diesem Kontext kommt dem Kodex der CDR-Initiative eine besondere Bedeutung zu, dessen Unterzeichner:innen sich zu einem CDR-Reporting verpflichten, in dem auch ökologische Zielsetzungen eine Rolle spielen (BMJV, 2021).

Das Thema Energie- und Ressourceneffizienz ist in der Literatur ausgiebig behandelt worden und in den verschiedensten Wissenschaftsbereichen wiederzufinden. Hierbei handelt es sich um eines der in der Literatur am meisten diskutierten Themen, dem ein enormes Potenzial für die Zukunft in Bezug auf Digitalisierung und Nachhaltigkeit zugeschrieben wird. Vermutlich, weil hier zumeist eine Kongruenz zwischen ökonomischen und ökologischen Zielen vorliegt. Die Expertin für CDR und digitale Verantwortung, Dr. Saskia Dörr, konstatiert dazu im Interview, dass Dematerialisierung und die damit einhergehende Reduktion von Treibhausgasemissionen (THG) ein Kernversprechen der Digitalisierung sei, welches jedoch aufgrund von Rebound-Effekten auf verschiedenen Ebenen zumindest auf einer Systemebene bisher nicht eingelöst werden konnte. Andreas Bauer-Niermann von der Effizienz-Agentur NRW rät im Experteninterview dazu, genau zu definieren und zu unterscheiden, was mit Digitalisierung gemeint sei. Während eine niedrigschwellige Digitalisierung im Sinne des Einsatzes digitaler Lösungen z.B. für das Energie- und Ressourcenmanagement oder in CAD-Simulationen nach seiner Erfahrung gängige Praxis in vielen KMU sei, sei z.B. der Einsatz weitgehend autonom entscheidender KI-basierter Lösungen vergleichsweise selten anzutreffen. Das Zentrum für Ressourceneffizienz (VDI) bietet umfangreiche Studien und Kurzanalysen zum Thema Energie- und Ressourceneffizienz. Zudem beschäftigen sich aktuell das Institut der deutschen Wirtschaft Köln (IW) (z.B. Lang & Ewald, 2020; Neligan et al., 2021) und das Leibniz-Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW) (z.B. Bertschek et al., 2020) damit.

Ein weiteres großes Themengebiet, welches im Zusammenhang mit ökologischer Nachhaltigkeit und der Digitalisierung von industriellen Prozessen eine zentrale Rolle spielt, ist die Industrie 4.0, die einen wesentlichen Beitrag zur klimafreundlichen und ressourcenschonenden Produktion der Zukunft leisten soll. Die Plattform Industrie 4.0 beispielsweise möchte mit ihrer Task Force Nachhaltigkeit an der Schnittstelle ökologische Nachhaltigkeit, Digitalisierung und Industrie ansetzen und veröffentlicht in ihrem Impulspapier drei Entwicklungspfade für eine digitale, vernetzte und

nachhaltige Produktion der Zukunft. Mit über 60 Forschungs- und Unternehmensbeispielen bündelt das Impulspapier erste Erkenntnisse und setzt einen klaren Fokus auf die ökologische Nachhaltigkeit in der Industrie 4.0 (BMW, 2020, S. 6). Darüber hinaus hat die Arbeitsgruppe „Digitale Geschäftsmodelle“ ein Thesenpapier¹¹ mit zehn Thesen erstellt, wie digitale Geschäftsmodelle ökologische Nachhaltigkeit in der Industrie 4.0 fördern können. Laut einer repräsentativen Umfrage der Bitkom aus dem Zeitraum Februar bis April 2020 geben drei Viertel der befragten Industrieunternehmen an, dass Industrie 4.0 den CO₂-Ausstoß verringert und Ressourcen in der Fertigung schont und 85 % sind der Meinung, dass Industrie 4.0 wichtig für die Kreislaufwirtschaft ist (bitkom, 2020). In der Literaturanalyse von Beier et. al aus dem Jahr 2020 kommen die Autor:innen jedoch zu dem Ergebnis, dass mit Industrie 4.0 in erster Linie ökonomische Vorteile wie (Kosten-)Effizienz, Chancen für neue Geschäftsmodelle oder Wachstum im Allgemeinen verbunden sind und Umweltaspekte für Unternehmen eine untergeordnete Rolle spielen (Beier, Ullrich, et al., 2020, S. 11).

Zuletzt sei auf das Themenfeld der Kreislaufwirtschaft verwiesen, das der Notwendigkeit Rechnung trägt, Wachstum vom Ressourcenverbrauch zu entkoppeln. Ziel ist es, Produkte und Komponenten kreislauffähig zu designen und am Ende ihrer Nutzungsphase mit geringem finanziellem und energetischem Aufwand in die Wirtschafts- und Materialkreisläufe zurückzuführen. Die Digitalisierung gilt als essenziell um zentrale Hürden der Kreislaufwirtschaft zu überkommen. So gelten u.a. die Verfügbarkeit (z.B. keine Transparenz über Qualität von Sekundärrohstoffen), Verknüpfung (z.B. hohe Such- und Transaktionskosten nach Sekundärmaterial), sowie die Asymmetrie von Informationen (z.B. innerhalb der Wertschöpfungskette) als große Herausforderungen für die effektive Umsetzung der Kreislaufwirtschaft. Digitale Lösungen leisten hier einen wichtigen Beitrag, z.B. durch die Anwendung von Datenerfassungs- und Analysetechniken unter dem Einsatz fortschrittlicher Technologien (z. B. cyber-physische Systeme, Sensorik, IoT, Blockchain, usw.) (Wilts & Berg, 2017, S. 3ff.; VDMA, 2019, S. 2ff.). Auf europäischer Ebene wird in diesem Kontext aktuell u.a. die Einführung eines digitalen Produktpasses diskutiert (Berg et al., 2020, S. 18). Zusätzlich bilden diese fortschrittlichen Technologien auch die Grundlage für die Entwicklung und praktische Umsetzung kreislaufbasierter Geschäftsmodelle (Berg et al., 2020, S. 6).

2.1.2.1 Werden Digitalisierung und ökologische Nachhaltigkeit in deutschen KMU zusammen gedacht?

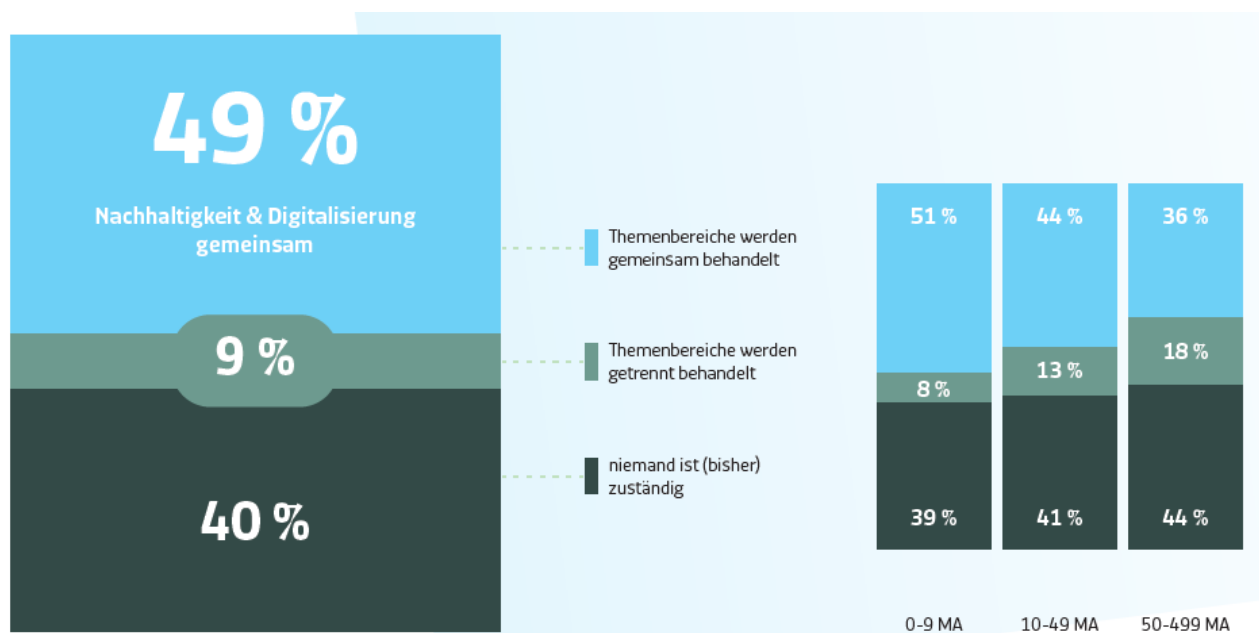
Bislang werden die Themen Digitalisierung und Nachhaltigkeit in der Literatur und in der Unternehmenspraxis meist getrennt voneinander betrachtet (Griese et al., 2019a, S. 12). Auch Dr. Saskia Dörr bestätigt im Experteninterview, dass die Idee, dass Digitalisierung auch nachhaltig und mit Verantwortung möglich ist, bisher kaum unternehmerisch angekommen ist noch gesellschaftlich durchgedrungen sei. Entsprechend liegt die Vermutung nahe, dass die Synergieeffekte von Digitalisierung und Nachhaltigkeit in der Unternehmenspraxis nur in geringem Maße realisiert werden. Zwar wird grundsätzlich der Aussage zugestimmt, dass potenzielle Synergieeffekte realisierbar sein müssten, eine gemeinsame Betrachtung von Digitalisierungs- und Nachhaltigkeitszielen bleibt bei der digitalen Transformation dennoch häufig aus. Die Literaturrecherche zeigt darüber hinaus, dass selbst Studien, die mit Bezug auf einschlägige Überschriften und Beschreibungen eine gemeinsame Betrachtung von Nachhaltigkeit und Digitalisierung suggerieren, bei näherer Untersuchung doch überwiegend auf einer dualen

¹¹ https://www.plattform-i40.de/IP/Redaktion/DE/Downloads/Publikation/Thesen-Nachhaltigkeit-Geschaeftsmodelle.pdf?__blob=publicationFile&v=5

Betrachtung basieren. Beispielhaft und dennoch positiv hervorzuheben ist der *nachhaltig.digital Monitor 2020* der Kompetenzplattform *nachhaltig.digital* in gemeinsamer Trägerschaft des Bundesdeutschen Arbeitskreises für Umweltbewusstes Management e. V. und der deutschen Bundesstiftung Umwelt. In ihrem Auftrag wurden in einer repräsentativen Umfrage 500 Entscheider:innen in KMU dazu befragt, in welchem Maße digitale Technologien in den Betrieben genutzt werden, welche Chancen und Risiken im Hinblick auf Nachhaltigkeit und Digitalisierung identifiziert werden und wo Bedürfnisse bzw. Hemmnisse im Transformationsprozess existieren.

Die Studie zeigt, dass in fast der Hälfte (49 %) der deutschen KMU die beiden Themenbereiche Digitalisierung und Nachhaltigkeit noch nicht gemeinsam betrachtet werden. Darüber hinaus ist festzuhalten, dass deutsche KMU sich zumindest laut eigener Aussage mehrheitlich, ob getrennt oder verbunden, mit den Themen Nachhaltigkeit und Digitalisierung auseinandersetzen. Bei den Kleinstunternehmen sind das 59 %, bei den kleinen 57 % und bei den mittleren Unternehmen 54 %. Als möglicher Erklärungsansatz wird angeführt, dass in kleineren Unternehmen das Catchball-Prinzip¹² aufgrund weniger komplexer Abstimmungsprozesse effektiver ist als in größeren Unternehmen, in denen mit zunehmender Größe eine Diffusion der Verantwortung wahrscheinlicher wird. Die Zahlen sollten dahingehend kritisch betrachtet werden, als dass in der Umfrage nicht explizit nach ökologischer Nachhaltigkeit gefragt wurde und das Verständnis von Digitalisierung und Nachhaltigkeit bei den Umfrageteilnehmenden differieren kann (Rüter & Fink, 2021, S. 34f.).

Abbildung 4: Gemeinsame Betrachtung von Nachhaltigkeit und Digitalisierung in KMU 2020



Quelle: Rüter & Fink, 2021, S. 35

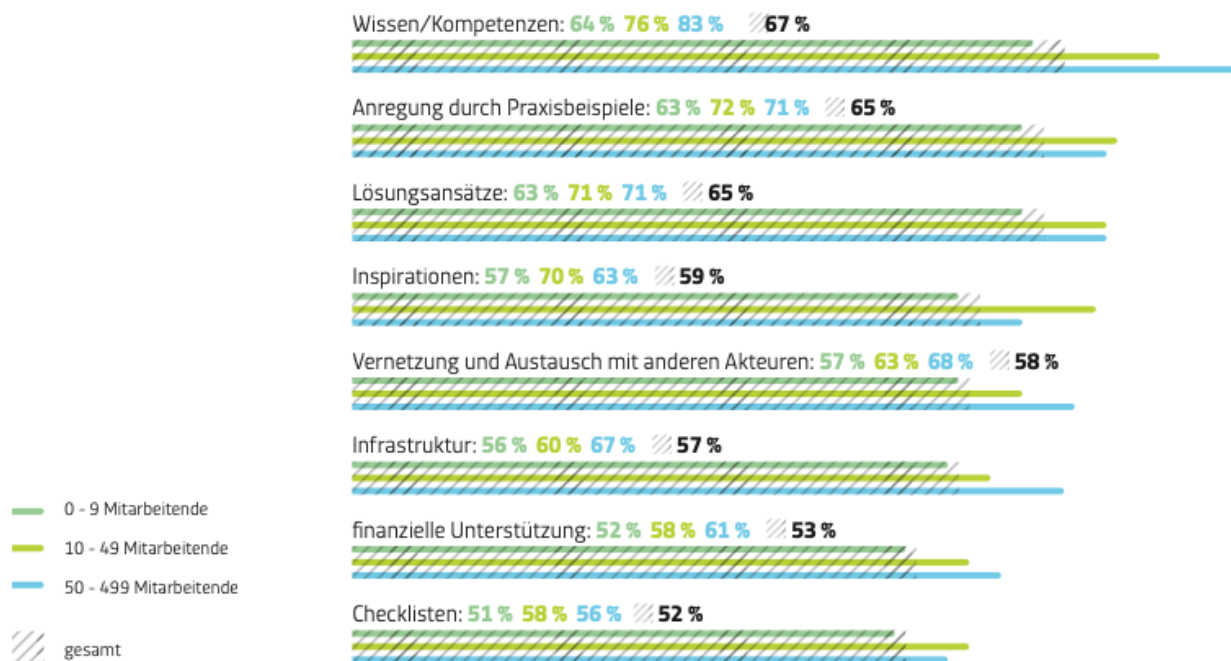
Bei der Bewertung von Nachhaltigkeitschancen und -risiken im Kontext der Digitalisierung zeigt sich, dass im Durchschnitt 55 % der KMU Chancen für eine ökologischere Wirtschaftsweise und nur 7 %

¹² Das Catchball-Prinzip ist Teil der Hoshin-Kanri-Methode und ist ein Ansatz für die Entscheidungsfindung in einer Organisation oder Gruppe, bei dem Ideen/ Ziele innerhalb der gesamten Hierarchie und den Abteilungen durch gegenseitigen Austausch in Feedbackschleifen entwickelt werden.

Risiken sehen. Hier weisen die Autor:innen darauf hin, dass diese Wahrnehmung als blinder Fleck in der unternehmerischen Digitalisierungsstrategie bezeichnet werden kann, da die Chancen gesehen, die sozial-/ ökologischen Risiken aber tendenziell unbekannt zu sein scheinen. Mittlere Unternehmen sehen mit 76 % wesentlich häufiger unternehmerische Nachhaltigkeitspotenziale in der Digitalisierung als Kleinst- (53 %) und Kleinunternehmen (58 %). Dabei wird hervorgehoben, dass dies mit der Branchenverteilung zu tun haben könnte, da beispielsweise unter den mittleren Unternehmen das verarbeitende Gewerbe (ca. 40 %) stärker vertreten ist. Von diesen 40 % sehen demnach 78 % der Unternehmen Chancen in der Digitalisierung für eine ökologischere Wirtschaftsweise (Rüter & Fink, 2021, S. 31f.).

Bei der Frage, wie man das Silodenken von Digitalisierung und Nachhaltigkeit auflösen und eine gemeinsame Betrachtung vorantreiben könnte, geben über zwei Drittel der KMU (67 %) an, dass die Vermittlung von Wissen und Kompetenzen ausschlaggebend sei. Des Weiteren wünschen sich KMU primär Anregungen durch Praxisbeispiele und Lösungsansätze (je 65 %), sowie Inspirationen (59 %) und die Vernetzung sowie den Austausch mit anderen Akteuren (58 %) (Rüter & Fink, 2021, S. 36). Um welche Akteure es sich genau handelt, wird jedoch nicht näher erläutert. Die hier genannten Ergebnisse werden durch die Experteninterviews bestätigt, in denen vor allem der Mangel an Wissen und an konkreten Vorbildern für die Umsetzung einer nachhaltigen Digitalisierung genannt wird.

Abbildung 5: Bedarfe von KMU im Kontext ökologisch nachhaltiger Digitalisierung 2020



Quelle: Rüter & Fink, 2021, S. 36

Im *Future IT Report 2021* werden die Ergebnisse einer gemeinsamen Umfrage der Universität Duisburg-Essen mit der Management- und Technologieberatung Campana & Schott mit Daten von 292 Teilnehmenden aus unterschiedlichen Branchen, Unternehmensgrößen, Positionen und Fachbereichen vorgestellt, um einen aussagekräftigen Gesamtüberblick über die aktuellen Auswirkungen der digitalen Transformation auf Unternehmen zu geben. Bei den Teilnehmenden überwiegen Führungskräfte aus dem Bereich IT, die primär in Deutschland beschäftigt sind. Der

Anteil an KMU mit bis zu 500 Mitarbeitenden¹³ liegt bei ca. einem Drittel. Neben den Auswirkungen der COVID-19 Pandemie auf den digitalen Wandel, adressiert dieser Bericht auch gezielt das Thema Nachhaltigkeit im Zuge der digitalen Transformation (Ahlemann et al., 2021, S. 10f.).

Dabei geben 74 % der befragten Unternehmen an, Nachhaltigkeitsziele bereits definiert zu haben. Auch die Operationalisierung der Ziele sei weit fortgeschritten. So haben 63 % der Unternehmen auch konkrete Nachhaltigkeitsziele für einzelne Organisationseinheiten, die in 59 % der Unternehmen sogar bis auf die IT-Abteilung heruntergebrochen werden. Die überwältigende Mehrheit der Befragten (83 %) ist dabei der Meinung, dass die digitale Transformation das Erreichen von Nachhaltigkeitszielen generell und über alle Unternehmensbereiche (Einkauf, Produktion, Vertrieb, Logistik, usw.) hinweg vereinfacht. Allerdings zeigt sich auch hier die mangelnde Verknüpfung der beiden Themen: 65 % der Befragten geben an, dass Nachhaltigkeitsziele und Digitalisierung noch unabhängig voneinander betrachtet werden (s. Anhang II, Abbildung 15) (Ahlemann et al., 2021, S. 20).

Obwohl wie in 2.1.2 dargestellt die Steigerung der Ressourceneffizienz in Unternehmen durch digitale Maßnahmen eines der am häufigsten diskutierten Potenziale¹⁴ in der aktuellen Debatte um nachhaltige Digitalisierung ist, zeigt sich, dass auch diese beiden Themen selten zusammen betrachtet werden und die digitale Transformation oft ohne Berücksichtigung der Ressourceneffizienz in deutschen Unternehmen stattfindet. Primär geht es bei den digitalen Maßnahmen darum, die Prozessautomatisierung voranzutreiben und die Auswirkungen auf die Ressourceneffizienz werden dabei selten bemessen. Ein Gutachten des IW beschreibt entsprechend, dass im verarbeitenden Gewerbe nur ein Viertel der befragten KMU Ressourceneffizienz und Digitalisierung zusammendenkt. Ein anderes Viertel gibt an, die Themen komplett getrennt voneinander zu betrachten. Darüber hinaus gibt ein weiteres Viertel der KMU an, dass sie der Ressourceneffizienz tendenziell Vorrang vor der Digitalisierung einräumen, während etwa 12,5 % angeben, dass sie der Digitalisierung Vorrang einräumen und der Ressourceneffizienz eine geringere Priorität einräumen. Die restlichen 12,5 % der KMU geben an, dass weder Digitalisierung noch Ressourceneffizienz eine Rolle spielen (Neligan et al., 2021, S. 50).

In einer von Forsa im Mai bis Juni 2021 im Auftrag des Official Monetary and Financial Forum (OMFIF) durchgeführten Umfrage unter 104 mittelständischen Unternehmen mit 250 oder mehr Beschäftigten und 32 börsennotierten Unternehmen nennen 29 % der mittelständischen Unternehmen die Umsetzung von Nachhaltigkeit beziehungsweise Nachhaltigkeitszielen als zweitwichtigste Herausforderung nach der Bewältigung der Corona-Krise und ihrer Folgen (45 %), gefolgt von der fortschreitenden Digitalisierung auf Platz drei (15 %). Daraus lässt sich wiederum das Silodenken der beiden großen Trends ablesen und auch das Unternehmen, egal ob mittelständisches oder börsennotiertes Unternehmen¹⁵, den Angang von Nachhaltigkeit und

¹³ Es existiert die „strengere“ KMU-Definition der Europäischen Kommission, nach der das Unternehmen nicht mehr als 249 Mitarbeitende zählt (Jahresumsatz ≤ 50 Millionen €/Bilanzsumme ≤ 43 Millionen €), und die des IfM, die Unternehmen mit bis zu 499 Mitarbeitenden zählt, um die deutsche Besonderheit zu betonen (Jahresumsatz ≤ 50 Millionen €) (<https://www.ifm-bonn.org/definition>).

¹⁴ Digitale Maßnahmen ermöglichen es Unternehmen, ein höheres Maß an Ressourceneffizienz zu erreichen, indem sie die Ressourceneffizienz messbar machen und so Einsparpotenziale realisierbar sind.

¹⁵ Als größte Herausforderung wird bei börsenorientierten Unternehmen noch vor der Bewältigung der Corona-Krise (31 %), der Zukunftsfähigkeit des Unternehmens (25 %), Nachhaltigkeit (25 %) und Digitalisierung (13 %), die Berichtspflichten bzw. EU-Taxonomie mit 34 % genannt.

Digitalisierung als prioritäre, Anliegen für sich erkannt haben (s. Anhang II, Abbildung 16) (forsa, 2021, S. 3).

Darüber hinaus gibt die Studie auch Aufschluss darüber, ob die befragten Unternehmen davon überzeugt sind, bereits Synergieeffekte zwischen Digitalisierungsprozessen und Maßnahmen zur Erreichung von Nachhaltigkeitszielen realisiert zu haben. Immerhin 48 % der mittelständischen Unternehmen geben an, dass es bereits Synergieeffekte zwischen Digitalisierungsprozessen und Maßnahmen zur Erreichung von Nachhaltigkeitszielen gibt, weitere 37 % erwarten dies für die Zukunft. Um welche konkreten Synergieeffekte es sich handelt und auf Basis welcher (evidenzbasierten) Analyse beziehungsweise Messung die Aussage basiert, bleibt jedoch offen (s. Anhang II, Abbildung 17) (forsa, 2021, S. 24).

2.1.3 Grün-digitalisierte Zukunft in Europa: Investitionen in nachhaltige Technologien

Neben dem Status quo des deutschen Mittelstands im Hinblick auf eine nachhaltige Digitalisierung ist auch die Betrachtung des Innovationsniveaus europäischer Unternehmen im Bereich grün-digitaler Technologien interessant. Zu diesem Zweck werden unter anderem die Patentstatistiken der Europäischen Investitionsbank herangezogen. Es ist jedoch zu beachten, dass Innovation allein nicht als Maßstab für den tatsächlichen Einsatz digitaler nachhaltiger Technologien herangezogen werden kann, da die daraus resultierende Anwendung in der Praxis noch unklar ist.

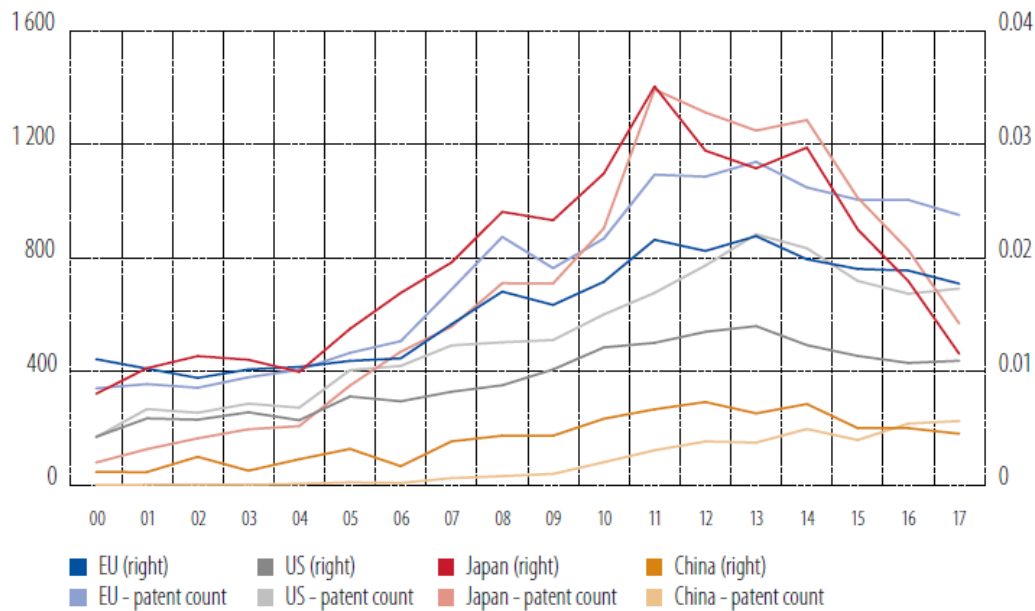
Die Autor:innen der Publikation *European Investment Bank Investment Report 2020/2021 – Building a smart and green Europe in the COVID-19 era* kommen zu dem Ergebnis, dass Europa – obwohl sie bei der digitalen Innovation und der Übernahme digitaler Technologien im internationalen Vergleich tendenziell im Rückstand ist – derzeit die führende Region bei der Entwicklung von grünen Technologien und kombiniert grün-digitaler Patente ist (European Investment Bank, 2021, S. 289). Aufgrund des Innovationsrückgangs im Energiesektor ist seit 2012 zwar ein weltweiter Trend zu rückläufigen Patentanmeldungen bei grünen Technologien zu beobachten. Dennoch hat Europa im internationalen Vergleich derzeit einen Wettbewerbsvorteil in den Bereichen Windenergie, Wasserstofftechnologie und intelligente Netze (Smart Grids) vorzuweisen (European Investment Bank, 2021, S. 272ff.).

Im grün-digitalen Patensektor wurden in Europa im Jahr 2017 76 % mehr Patente¹⁶ angemeldet als in den Vereinigten Staaten (USA) und mehr als viermal so viel wie in China. Während die weltweit führenden Unternehmen im Bereich der digitalen Innovation größtenteils aus den USA stammen - mit potenziellen Herausforderern aus China – sind die führenden Innovatoren bei grün-digitalen Technologien in der Regel europäische, gefolgt von japanischen Unternehmen (Abbildung 6). Im innereuropäischen Vergleich zeigt sich, dass die wichtigsten Akteure bei grün-digitalen technologischen Innovationen, gemessen am Relativen Spezialisierungsindex (RTA), Dänemark an erster und Deutschland an zweiter Stelle sind, gefolgt von Schweden, Luxemburg und Frankreich. Der RTA („relative technological advantage“-)Index gibt in diesem Fall den relativen technologischen Vorteil beziehungsweise Spezialisierungsgrad eines Landes auf der Grundlage digitaler und grüner Patente im Verhältnis zum Anteil digitaler und grüner Patente in Europa wieder. Bezogen auf die absolute Anzahl der Patente ist Deutschland mit großem Abstand führend und übertrifft Frankreich knapp um den Faktor 3 (Abbildung 7) (European Investment Bank, 2021, S.

¹⁶ Die verwendeten Patentdaten stammen aus PATSTAT (Worldwide PATent STATistical Database), einer Patentstatistikdatenbank des Europäischen Patentamts (EPA), die in Zusammenarbeit mit der Weltorganisation für geistiges Eigentum (WIPO), der Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD) sowie Eurostat entwickelt wurde.

289ff.). Allerdings ist zu berücksichtigen, dass die Anzahl der Patente keine optimale Operationalisierung für den Ländervergleich darstellt, da Faktoren wie die Größe der Volkswirtschaft und damit die Anzahl der Unternehmen nicht erfasst werden.

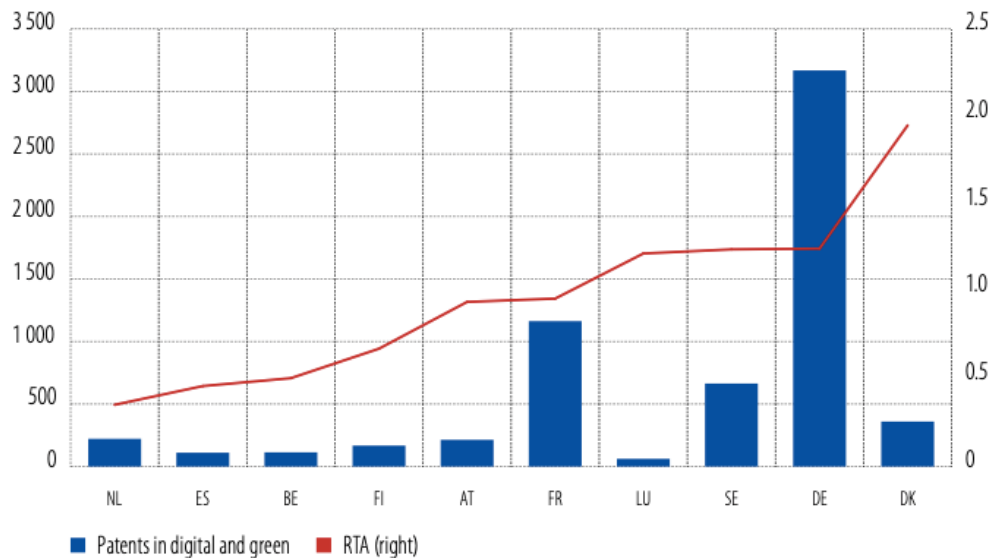
Abbildung 6: Grün-digitale Patente im internationalen Vergleich nach Patentanzahl (linke Achse) und Patentanteil (rechte Achse)



Source: Authors' calculations based upon PATSTAT (PCT) data in collaboration with ECOOM.

Quelle: European Investment Bank, 2021, S. 293

Abbildung 7: Wettbewerbsvorteile bei grün-digitalen Patenten in den EU-Mitgliedstaaten (2012-2017)



Source: Authors' calculations based upon PATSTAT (PCT) data in collaboration with ECOOM.

Note: The number of digital and green patents (bars) and the RTA (line).

The RTA index is the share of digital and green patents in the country portfolio relative to the share of digital and green patents in Europe.

Only countries with a sufficient number of digital and green patents are shown in the graph. The index was calculated for the time period 2012-2017.

Quelle: European Investment Bank, 2021, S. 293

In einem Vergleich der grün-digitalen Patente entlang von digitalen Kern-, und Basistechnologien¹⁷ sowie den Anwendungsbereichen für jeden Teilsektor der grünen Patente¹⁸ zeigt sich, dass Europas Stärken in den Bereichen Umweltmanagement und Transport-Technologien liegen, wobei je nach Technologie unterschiedliche Ebenen angesprochen werden. Bei Energiepatenten wären das beispielsweise hauptsächlich die Entwicklung digitaler Kerntechnologien, wohingegen grüne Patente in den Bereichen wasserbezogene Anpassung und Kohlenstoffabscheidung und -speicherung eher auf die Entwicklung digitaler Technologien im Anwendungsbereich ausgerichtet sind (Anhang II, Abbildung 18) (European Investment Bank, 2021, S. 294).

Während die Patentdaten wertvolle Einblicke in die Innovationstätigkeit liefern, werden in dem Bericht weiterführend vier Unternehmenscluster an der Schnittstelle von grün und digital

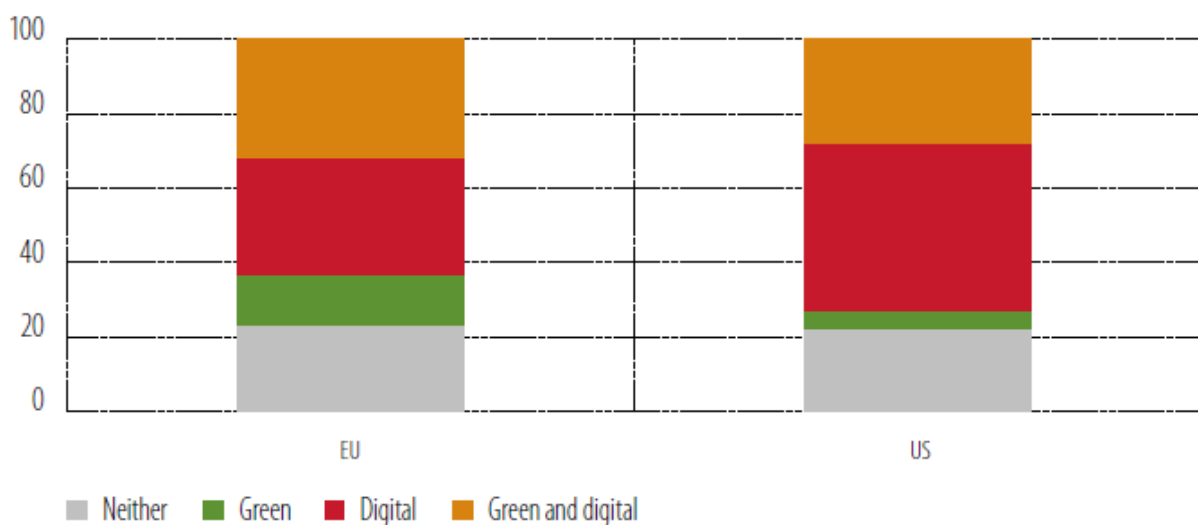
¹⁷ **Kerntechnologien** gelten als die grundlegenden Bausteine, auf denen die Technologien der vierten industriellen Revolution aufbauen (z.B. Hardware, Software, Vernetzungstechnologien). **Basis- oder Grundlagentechnologien** bauen auf den Kerntechnologien auf und ergänzen diese, unterteilt in sieben Technologiefelder (Analytik, Benutzerschnittstellen, 3D-Unterstützungssysteme, Künstliche Intelligenz, Positionsbestimmung, Stromversorgung und Sicherheit). Die **Anwendungsdomäne** erfasst Technologien, die dem Markt am nächsten sind und die endgültigen Anwendungen digitaler Technologien widerspiegeln. Die Domäne ist in sechs verschiedene Bereiche unterteilt, um aufzuzeigen, in welchem Teil der Wirtschaft die verschiedenen Technologien einen potenziellen Mehrwert bieten können (Privat, Zuhause, Fahrzeuge, Unternehmen, Fertigung, Infrastruktur) (European Investment Bank, 2021, S. 288).

¹⁸ Die Klassifizierung der grünen Patente lässt sich grob in zwei Hauptkategorien einteilen: (1) Patente, die direkt auf Technologien zur Eindämmung des Klimawandels abzielen, und (2) Patente, die sich auf Technologien beziehen, die indirekt zum Klimawandel beitragen, d.h. auf das Umweltmanagement (Luft- und Wasserverschmutzung, Abfallentsorgung usw.) sowie auf Technologien, die auf die Anpassung an die Wasserknappheit abzielen.

verglichen¹⁹. Hierbei wurden Unternehmen danach klassifiziert, ob sie in grüne und gleichzeitig digitale Technologien investieren, ob sie nur in grüne oder nur in digitale Technologien investieren oder ob sie gar keine derartigen Investitionen tätigen (101Anhang II, Abbildung 19).

Während die USA im Ergebnis einen höheren Anteil an digitalen Unternehmen aufweisen (u. a. die digitale Vormachtstellung auf Grundlage von Patentdaten durch GAFAM²⁰), hat die EU einen höheren Anteil an grünen Unternehmen und an Unternehmen, die gleichzeitig grün und digital sind. Mit 14 % ist der Anteil grüner Unternehmen in der EU sogar fast dreimal so hoch wie in den USA, wo der Anteil bei 5 % liegt. Und auch beim Anteil der digital-grünen Unternehmen übertrifft die EU die USA leicht mit 32 % gegenüber 28 % (Abbildung 8). In der EU sind die meisten grün-digitalen Unternehmen in der verarbeitenden Industrie (37 %) – welches sich teilweise aufgrund der zunehmenden grünen Ausrichtung des Transportsektors erklären lässt – und im Infrastruktursektor (34 %) tätig. Der Bausektor weist den höchsten Anteil an Unternehmen auf, die weder in den grünen noch in den digitalen Bereich investiert haben (42 %), gefolgt vom Dienstleistungssektor mit 27 % (Anhang II, Abbildung 20) (European Investment Bank, 2021, S. 301).

Abbildung 8: Anteil von Unternehmen (in %) entlang der Unternehmenscluster 2020?



Quelle: European Investment Bank, 2021, S. 301

Bei größeren Unternehmen ist zudem der Anteil der Unternehmen, die gemäß der hiesigen Klassifikation als digital und grün bezeichnet werden können, deutlich höher als bei kleinen Unternehmen (Anhang II, Abbildung 21). Während in der EU nur 13 % der Kleinstunternehmen und 18 % der kleinen Unternehmen grün und digital sind, steigt dieser Anteil bei mittleren (29 %) und Großunternehmen (42 %) deutlich an. Dies kann unter anderem auf Hemmnisse wie die hohen

¹⁹ Definition: Unternehmen, die in den letzten Jahren mindestens eine der vier digitalen Technologien teilweise oder vollständig eingeführt haben. Die Einführung einer von vier digitalen Technologien in der verarbeitenden Industrie bzw. im Dienstleistungssektor. Zu den Technologien gehören 3D-Druck, fortgeschrittene Robotik, Internet der Dinge und Big Data im verarbeitenden Gewerbe und Digitalisierung interner Abläufe, webbasierte Anwendungen für Marketing und Vertrieb, Bereitstellung digitaler Produkte oder Dienstleistungen über das Internet und Big Data im Dienstleistungssektor.

²⁰ GAFAM ist das Akronym für die fünf großen US-amerikanischen Tech-Konzerne Google, Amazon, Facebook, Apple und Microsoft.

wahrgenommenen Investitionsrisiken zurückgeführt werden, die in Kapitel 2.2 ausführlicher behandelt werden (European Investment Bank, 2021, S. 302). Dies steht in Konflikt mit den Ergebnissen der *digital.nachhaltig* Umfrage in Kapitel 2.1.2.1 und lässt sich unter anderem auf die Unterschiede in der Methodik der Studien und der Stichproben zurückführen.

Offensichtlich investieren digitale Unternehmen – im Vergleich zu nicht-digitalen – im Allgemeinen mehr in Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz, und zwar auch hier eher die größeren Unternehmen²¹. Zum einen haben in der EU nur 54 % der großen, nicht-digitalen Unternehmen in die Verbesserung der Energieeffizienz investiert, verglichen mit 69 % der großen digitalen Unternehmen, und zum anderen liegt der Wert für kleine digitale Unternehmen hier nur bei etwa 35 %. Der Unterschied zwischen nicht-digitalen und digitalen Unternehmen, die in Energieeffizienz investieren, ist bei kleinen Unternehmen im Schnitt viel weniger ausgeprägt (Anhang II, Abbildung 22). Ein Erklärungsansatz dafür ist in dem Report nicht ersichtlich. Digitale Unternehmen schneiden auch besser ab als nicht-digitale Unternehmen und große Unternehmen besser als kleine Unternehmen, wenn es darum geht, in die Bewältigung der Auswirkungen des Klimawandels durch Wetterereignisse und die Reduzierung von Kohlenstoffemissionen zu investieren (Anhang II, Abbildung 23) (Ficarra et al., 2021, S. 23).

Obwohl Europa bei der Einführung digitaler Technologien und digitaler Innovationen im Durchschnitt hinter den USA zurückliegt²², ist der Anteil an europäischen Unternehmen, die Klimaschutzbezogene Investitionen tätigen, deutlich höher als in den USA. Europäische Unternehmen investieren beispielsweise deutlich häufiger (44 %) in die Bewältigung der Auswirkungen von Wetterereignissen und der Verringerung von Kohlenstoffemissionen als die USA (32 %) (Ficarra et al., 2021, S. 23).

2.2 Motive, Herausforderungen und Hemmnisse für die Umsetzung einer nachhaltigen Digitalisierung in KMU

Bei der Herausarbeitung der Gründe und Herausforderungen für die Implementierung einer (ökologisch) nachhaltigen Digitalisierung in KMU beziehungsweise Unternehmen insgesamt bestätigt sich, dass Nachhaltigkeit und Digitalisierung überwiegend als zwei voneinander getrennt betrachtete Themenfelder behandelt werden. Dies spiegelt sich nicht nur in der unternehmerischen Praxis, sondern auch in der bisher verfügbaren grauen und wissenschaftlichen Literatur wider, sowie in den für dieses Kapitel genutzten Studien, die unter anderem schon in Kapitel 2.1 zitiert wurden. Ausnahmen, in denen Nachhaltigkeit und Digitalisierung aus Sicht der KMU gemeinsam betrachtet werden, sind vor allem wirtschaftliche Potenziale der Digitalisierung, die im Zusammenhang mit Nachhaltigkeitszielen diskutiert werden, wie etwa die Ressourceneffizienz oder innovative Geschäftsmodelle (Griese et al., 2019b, S. 12).

Aus den Umfragen, die für diese Studie herangezogen wurden, geht wiederum hervor, dass Unternehmen – auch wo es konkret um das Thema nachhaltige Digitalisierung geht – in erster Linie nach Herausforderungen zur Umsetzung digitaler Innovationen befragt werden (wie z.B. beim *nachhaltig.digital Monitor 2020* oder dem *Future IT Report 2021*). Die digitale Transformation wird vor allem als Treiber für das Erreichen von Nachhaltigkeit gesehen. So geben 83 % der Befragten des *Future IT Report 2021* an, dass die digitale Transformation in erster Linie das Erreichen von

²¹ Als kleine Unternehmen werden in diesem Bericht jene mit 1-49 Beschäftigten bezeichnet, während große Unternehmen jene mit mehr als 50+ Beschäftigten sind.

²² Der Digitalisierungsgrad beträgt im Jahr 2020 in der EU 63 % und in den USA 73 % (es zählen Unternehmen, die mindestens eine fortschrittliche digitale Technologie eingeführt haben) (Ficarra et al., 2021, S. 5ff.).

Nachhaltigkeitszielen in Unternehmen erleichtern kann, obwohl gleichzeitig mehr als zwei Drittel der Unternehmen angeben, dass die beiden Themenfelder noch weitestgehend unabhängig voneinander betrachtet werden (Ahlemann et al., 2021, S. 20).

Die in Kapitel 2.2.1 beschriebenen Motive von KMU, Nachhaltigkeit und Digitalisierung zusammenzudenken, sind primär aus wissenschaftlichen Studien und teils aus den durchgeführten Experteninterviews abgeleitet. Umfragen, in denen Unternehmen explizit nach ihren Motiven oder Treibern für eine ökologisch nachhaltige Digitalisierung befragt wurden, konnten nicht identifiziert werden. Stattdessen wurden Studien herangezogen, die sich beispielsweise den Zielen von Unternehmen im Kontext der Digitalisierung widmen, oder aber Treibern für die Umsetzung von Nachhaltigkeitsmaßnahmen. Daran schließen sich die in Kapitel 2.2.2 beschriebenen Hemmnisse für die Umsetzung einer ökologisch nachhaltigen Digitalisierung an, die sich in unternehmensinterne und unternehmensexterne Hemmnisse unterteilen lassen. Zwar liegen diesbezüglich vereinzelt entsprechende Umfragen vor; dennoch wurde auch hier auf Studien zurückgegriffen, in denen Hemmnisse entweder im Hinblick auf Nachhaltigkeit oder im Hinblick auf Digitalisierung beschrieben sind.

2.2.1 Motive von Unternehmen

Nachhaltige Unternehmensführung

Als wesentlicher Treiber für die Implementierung ökologischer Nachhaltigkeitsmaßnahmen im Unternehmen wird das Bewusstsein über die gesellschaftliche und ökologische Unternehmensverantwortung gesehen (Sassen et al., 2021, S. 28). Neben der Reputation sind die Strategie und die Grundwerte die am häufigsten angegebenen Gründe für umweltfreundliche Innovationen in Unternehmen, aber auch die Mitarbeitermotivation und intrinsische Motivation, wie eine Gemeinwohlorientierung, spielen eine Rolle (European Investment Bank, 2021, S. 309; forsa, 2021, S. 5). In diesem Kontext wird auch die Vision der Unternehmensleitung als wichtige interne Triebkraft beispielsweise für die Verwendung umweltfreundlicher IKT beschrieben (Isensee et al., 2020, S. 10). Aus den Experteninterviews geht laut Karine Rübner, Referentin für Digital Responsibility und New Work des Bundesverbandes Digitale Wirtschaft (BVDW) e. V. hervor, dass die moralische Überzeugung, im Rahmen der Digitalisierung beziehungsweise des digitalen Geschäftsmodells Verantwortung zu übernehmen, eines der Hauptmotive in einer internen Umfrage unter den Verbandsunternehmen war.

Die Verbesserung der Nachhaltigkeit im Unternehmen und die Schonung von Ressourcen werden im *nachhaltig.digital Monitor 2020* auch als explizites Ziel von KMU genannt (17 %), welches durch Digitalisierung verfolgt werden soll. Ökologische Potenziale durch die Digitalisierung werden nach Signifikanz sortiert vor allem in transparenteren Lieferketten, in geringerem Energieverbrauch, in der Schließung von Ressourcen- und Stoffkreisläufen, in der Reduzierung von Emissionen, in mehr Recycling von Produkten und Ressourcen und in der Abbildung von Stoffströmen gesehen (Rüter & Fink, 2021, S. 24ff.).

Optimierung interner Prozesse

Der *nachhaltig.digital Monitor 2020* zeigt, dass sich die Mehrheit der Unternehmen von der Digitalisierung vor allem eine Optimierung der internen Prozesse erhofft. Durch die Digitalisierung sollen in erster Linie Abläufe vereinfacht und automatisiert werden, und zur Arbeitserleichterung

beitragen (33 %), sowie Abläufe beschleunigt und optimiert werden, und somit zu mehr Flexibilität beitragen (30 %) (Rüter & Fink, 2021, S. 24f.).

Die digitale Transformation versetzt die Unternehmen in die Lage, ihre Arbeitsproduktivität und somit auch folglich ihre Produktivität zu steigern. Beispielsweise sollen über den Einsatz digitaler Technologien Produktionsprozesse überwacht und der Produktionsinput in Bezug auf Volumen und Merkmale optimiert werden (Muller et al., 2021, S. 14).

Kosten- und Ressourceneffizienz

Bei den Kosteneinsparungen stehen vor allem Finanz- und Personalkosten im Vordergrund, welche beispielsweise durch effizientere Wertschöpfungsprozesse oder Potenziale für innovative Geschäftsmodelle zustande kommen (Ardito et al., 2021, S. 46; Griesse et al., 2019b, S. 12). Der *nachhaltig.digital Monitor 2020* zeigt bei seiner Befragung, dass Kosten sparen (19 %) von den KMU noch vor Nachhaltigkeit verbessern (17 %) als Ziel der Digitalisierung genannt wird. In der Detailbetrachtung zeigt sich, dass dieser Aspekt besonders bei Kleinstunternehmen mit weniger als zehn Mitarbeitenden im Vordergrund steht, während bei mittleren Unternehmen die Kosteneinsparung hinter der Verbesserung der Nachhaltigkeit bzw. Ressourcenschonung zurückbleibt (Rüter & Fink, 2021, S. 25). Die Effizienz und Produktivität innerhalb eines Unternehmens zu steigern, steht auch im engen Zusammenhang mit dem Ziel der Ressourceneffizienz. Nicht nur Kosten allgemein sollen gespart, sondern Ressourcen geschont beziehungsweise gewinnbringender eingesetzt und hierüber die Nachhaltigkeit verbessert werden (Rüter & Fink, 2021, S. 24f.; Sassen, et al., 2021, S. 27).

Erschließung von Wettbewerbsvorteilen, neuer Märkte und Kund:innen

Wettbewerbsvorteile, die Erschließung neuer Märkte und die Steigerung des Innovationspotenzials im Allgemeinen werden als weitere Treiber sowohl in Hinblick auf unternehmerische Digitalisierungs- als auch Nachhaltigkeitsstrategien genannt (Ardito et al., 2021, S. 45f.; Sassen et al., 2021, S. 27). Digitale Lösungen werden als Chance für neue Produkte und Dienstleistungen, ebenso wie für innovative Geschäftsmodelle gesehen. Sie ermöglichen die Erweiterung des bestehenden Geschäfts und den Zugang zu neuen Kund:innen, Märkten usw. (Lerch & Maloca, 2020, S. 5). Die EIBIS-Daten zeigen zum Beispiel, dass ein großer Teil der digitalen Unternehmen in Europa, die gleichzeitig in die Bewältigung des Übergangs und der physischen Risiken des Klimawandels investieren, sehr innovativ ist. Diese Unternehmen führen mit größerer Wahrscheinlichkeit neue Produkte, Verfahren oder Dienstleistungen in ihrem Land oder auf dem Weltmarkt ein (Ficarra et al., 2021, S. 27).

Des Weiteren können digitale Technologien eine Triebkraft für die internationale Expansion von Unternehmen sein und auch kleineren Unternehmen Ansätze bieten, um globale Kund:innen zu erreichen, sowie neue Wege zur Gestaltung wirtschaftlicher Aktivitäten und Geschäftsabläufe einzuschlagen (Denicolai et al., 2021, S. 3). In diesem Kontext kann die Optimierung von Nachhaltigkeitslösungen durch digitale Technologien KMU auch zu wertvollen Investitionszielen für größere Unternehmen werden lassen, da sie ein wettbewerbsfähiges Netzwerk nachhaltiger KMU schaffen und durch die Einführung nachhaltiger Praktiken zu hocheffizienten Lieferanten in globalen Lieferketten werden (Muller et al., 2021, S. 31).

Im *nachhaltig.digital Monitor 2020* stehen solche Ziele allerdings den oben genannten Zielen nach, darunter Kundenservice/-bindung verbessern (14 %); Absatz steigern, Neukunden gewinnen (5 %);

Qualität steigern, Fehler vermeiden (4 %) und zukunftsfähig bleiben, Marktpräsenz zeigen (3 %) (Rüter & Fink, 2021, p. 24f.).

Anforderungen externer Stakeholder

In ökologisch nachhaltige Digitalisierung zu investieren, kann schließlich auch von externen Faktoren getrieben werden. Beispielsweise zeichnet sich der Trend ab, dass Kapitalgeber ihre Investitionen zunehmend auf nachhaltige Unternehmen verlagern beziehungsweise Nachhaltigkeitsaspekte in ihren Entscheidungen berücksichtigen. Kund:innen werden sich der Umweltauswirkungen von Produkten zudem zunehmend bewusster (Denicolai et al., 2021, S. 2; Sassen et al., 2021, S. 27; European Investment Bank, 2021, S. 309). Dies wird durch die Interviews mit den Expert:innen bestätigt, die die Erfüllung der Erwartungen von Stakeholdern, Kund:innen, Mitarbeitenden, usw. als eines der Hauptmotive für Unternehmen sehen, im Zuge der Digitalisierung unternehmerische Verantwortung zu übernehmen. Die Reputation der Unternehmen spielt hierbei ebenfalls eine bedeutsame Rolle. Digital-grüne Unternehmen gehen beispielsweise davon aus, dass der erwartete Klimawandel einen positiven Einfluss auf ihre Märkte und vor allem auf ihre Reputation haben wird (European Investment Bank, 2021, S. 305).

Auch die Reaktion von Unternehmen auf politische Anforderungen spielt eine entscheidende Rolle. Unternehmen, die sich von (zukünftigen) Rechtsvorschriften betroffen sehen, sind eher bereit, Innovationen vorzunehmen. Vor allem auf europäischer Ebene wird der Weg hin zu einer nachhaltig digitalisierten EU derzeit geebnet. Prominente Beispiele hierfür sind der EU Green Deal, Shaping Europe's Digital Future, der Circular Economy Action Plan oder auch die EU Industrial Strategy (Denicolai et al., 2021, S. 2; Sassen et al., 2021, S. 27; European Investment Bank, 2021, S. 312).

2.2.2 Hemmnisse von Unternehmen

2.2.2.1 Unternehmensinterne Hemmnisse

Unternehmenskultur

Die Organisationskultur spielt eine entscheidende Grundlage für Prozesse im Zusammenhang mit der ökologisch nachhaltigen digitalen Entwicklung von KMU (Isensee et al., 2020, S. 12). Primär können Barrieren innerhalb einer Organisation aufgrund der Kultur und Mentalität hinsichtlich der Offenheit oder des Widerstands gegenüber dem nachhaltigen, digitalen Wandel bestehen (European Commission, 2020, S. 219; Berg et al., 2021, S. 44; Ahlemann et al., 2021, S. 22). Dazu zählen die mangelnde Bereitschaft der Geschäftsführung; die fehlende Unterstützung der oberen Managementpositionen, aber auch seitens der Mitarbeitenden; eine nicht vorhandene Digitalisierungs-/Innovations-Strategie der Verantwortlichen, um eine digitale Kultur voranzutreiben; sowie mangelnde Kommunikation mit Stakeholdern (Saam et al., 2016, S. 62; Lundberg, 2018, S. 16; Griesse et al., 2019b, S. 19; Ahlemann et al., 2021, S. 22; Berg et al., 2021, S. 44; Denicolai et al., 2021, S. 3).

Wissen und Kompetenzen

Mangelndes Wissen und fehlende Kompetenzen, sei es im Bereich der Nachhaltigkeit oder Digitalisierung, sind neben der Offenheit der Unternehmenskultur gegenüber dem nachhaltigen, digitalen Wandel, große Barrieren innerhalb der KMU. Hierbei kann es sich beispielsweise um

mangelndes Wissen, wie man Nachhaltigkeit in das Geschäftsmodell integrieren kann, aber auch um fehlende Fähigkeiten (einschließlich Managementfähigkeiten) handeln (Sassen et al., 2021, S. 27; European Commission, 2020, S. 251). Von Karine Rübner vom BVWD wurde im Interview der Mangel an Informationen darüber, „wie mit welchen auch einfachen, kleineren Maßnahmen (...) KMU handeln können“, als größte Herausforderung identifiziert, um eine ökologisch nachhaltige Digitalisierung voranzutreiben. Da es sich bei der ökologisch nachhaltigen Digitalisierung um ein ganzheitliches Thema entlang der Wertschöpfungskette handle, müssten alle Informationen und entsprechenden Maßnahmen koordiniert werden, doch fehle es den KMU an einer diesbezüglichen zuständigen Stelle. Neben Informationen würden auch Kriterien und Orientierungspunkte fehlen, wie genau (ökologische) Verantwortung übernommen werden könnte, wie diese messbar sei und wie sie nach außen kommuniziert werden könne. Des Weiteren scheinen KMU im Schnitt ein geringeres Umweltbewusstsein als größere Unternehmen zu haben und nehmen ihre Umweltauswirkungen als vernachlässigbar wahr (Denicolai et al., 2021, S. 3). Auch im digitalen Kontext spielen fehlende Fähigkeiten und mangelnde IT-Kompetenzen der Beschäftigten und die praktische Umsetzung digitaler Innovationen, ein Mangel an IT-Fachkräften, der fehlende Wissenstransfer innerhalb eines Unternehmens und Wissenslücken zum Thema IT-Sicherheitsfragen eine erhebliche Rolle (Saam et al., 2016, S. 52; Griesse et al., 2019b, S. 11; European Commission, 2020, S. 219; Rüter & Fink, 2021, S. 20f.).

Finanzielle und personelle Ressourcen

Im Vergleich zu anderen Innovationen erfordern Öko-Innovationen oft einen höheren Ressourceneinsatz und eine komplexere Kombination von Ressourcen (Ardito et al., 2021, S. 46). Insbesondere beim Einsatz digitaler Technologien kann das Risiko einer Fehlinvestition (z.B. in Software) angesichts der begrenzten Ressourcenbasis von KMU als hoch angesehen werden (Griesse et al., 2019a, S. 11). Da KMU aufgrund ihrer begrenzten Ressourcen im Vergleich zu größeren Unternehmen handlungsbeschränkter sind („liability of smallness“), ist ein effektives Management des Ressourceneinsatzes durch strategische Ausrichtung für das Wachstum und Überleben von KMU umso wichtiger (Ahlemann et al., 2021, S. 35; Denicolai et al., 2021, S. 10; Ardito et al., 2021, S. 46). Im Zusammenhang der nachhaltigen Digitalisierung werden hauptsächlich fehlende finanzielle und fehlende personelle Ressourcen als Hemmnisse genannt.

Finanzielle Ressourcen: Besondere Herausforderungen für KMU bei der Umsetzung nachhaltiger Lösungen durch die Nutzung digitaler Technologien sind der fehlende Zugang zu Finanzmitteln für die Umsetzung nachhaltiger Lösungen (Muller et al., 2021, S. 31). Für die Umsetzung konkreter Nachhaltigkeitsmaßnahmen bedeutet dies, dass finanzielle Mittel entweder fehlen oder kommerzielle Nachteile, wie beispielsweise Kostensteigerungen, erwartet oder aber die Maßnahmen als nicht profitabel erachtet werden (Sassen et al., 2021, S.27; European Commission, 2020, S. 251)

Im *nachhaltig.digital Monitor 2020* werden die Investitionskosten (57 %) als zweitgrößtes Hindernis für KMU bei der Nutzung digitaler Innovationen genannt (Rüter & Fink, 2021, S. 20). Der *Flash Eurobarometer 486* spiegelt diese Ergebnisse wider: 20 % der deutschen KMU bezeichnen hier fehlende Finanzmittel als zweitgrößtes Hemmnis für die Digitalisierung innerhalb des Unternehmens (European Commission, 2020b, S. 219). In einem Bericht zum Stand der Digitalisierung im Mittelstand werden beim Einsatz digitaler Technologien zu hohe Investitions- bzw. Betriebskosten im Verhältnis zum wahrgenommenen Nutzen (59 %) am dritthäufigsten genannt (Saam et al., 2016, S. 52). Durch die begrenzten finanziellen Mittel können sich KMU zudem keine teure externe Unterstützung leisten. Dies sollte bei Unterstützungsmaßnahmen entsprechend berücksichtigt

werden (Goerzig & Bauernhansl, 2018, S. 542). Schließlich fehlt es an attraktiven Finanzierungsmöglichkeiten. Ausgaben im Mittelstand für Digitalisierungsprojekte werden zum größten Teil (77 %) durch laufende Einnahmen finanziert und Bankkredite machen etwa weniger als 5 % der Ausgaben aus (Saam et al., 2016, S. 45).

Personelle Ressourcen: Personelle Engpässe sind eine große Herausforderung für die Umsetzung von nachhaltigen und digitalen Maßnahmen in KMU (Saam et al., 2016, S. 45; Sassen et al., 2021, S. 27). Beispielsweise haben KMU zumeist keine eigene Nachhaltigkeits- oder IT-Abteilung. Aufgrund der begrenzten Anzahl von Mitarbeitenden in KMU kann die Verfolgung sowohl digitaler als auch ökologischer Ziele die Mitarbeitenden einer zu großen Anzahl von Aufgaben, Wissen und Interaktionen mit Interessengruppen aussetzen, die sie überfordern (Denicolai et al., 2021, S. 3; Ardito et al., 2021, S. 48).

Nachhaltigkeit und Digitalisierung werden von vielen KMU zudem oft nicht zusammen, sondern getrennt voneinander betrachtet, was das Ressourcenproblem weiter verschärfen kann (Rüter & Fink, 2021, S. 35). Inwiefern ein Zielkonflikt zwischen digitalen und ökologischen Maßnahmen vorliegen kann, wird unterschiedlich bewertet. Laut dem Future IT Report 2021 ist eine große Mehrheit der Befragten (83 %) davon überzeugt, dass die digitale Transformation die Erreichung von Nachhaltigkeitszielen vereinfacht. Studien von Ardito et al. (2020) und Denicolai et al. (2021) deuten hingegen darauf hin, dass Digitalisierung und Umweltschutz unterschiedliche organisatorische und gesellschaftliche Ziele ansprechen, die konfliktreich sein können und um (knappe) organisatorische Ressourcen konkurrieren. Beispielsweise zeigt die Studie mit italienischen KMU von Denicolai et al., dass die Bereitschaft zur Nutzung von KI und die Bereitschaft zum nachhaltigen Wirtschaften positiv miteinander korrelieren, sie aber miteinander konkurrieren, wenn das Unternehmen sich zeitgleich internationalisiert. KMU mit internationalen Geschäftsaktivitäten haben demnach Schwierigkeiten, beide Entwicklungen gleichzeitig voranzutreiben, welches die Autoren mit der sogenannten „liability of smallness“ erklären. Aufgrund ihrer begrenzten Ressourcen erreichen diese Organisationen ihre internationale Leistungsfähigkeit durch einen Fokus auf Digitalisierung oder Nachhaltigkeit, aber nicht durch die gleichzeitige Ausrichtung auf beides (Denicolai et al., 2021, S. 10).

Flexibilität des Geschäftsmodells

Eine große Herausforderung für die nachhaltig digitale Transformation ist das oftmals starre Geschäftsmodell, bei der es beispielsweise zu einer Unvereinbarkeit von Nachhaltigkeit und Produktportfolio kommt, oder aber keine nachhaltigen Lieferketten verfügbar sind (Sassen et al., 2021, S. 27). Beim *Flash Eurobarometer 486* geben unter anderem 32 % der deutschen KMU an, dass das aktuelle Geschäftsmodell nicht kompatibel mit Nachhaltigkeitsaspekten sei (European Commission, 2020b, S. 251). Auch aus den Experteninterviews geht hervor, dass die Umstrukturierung bestehender, eigentlich gut laufender Prozesse innerhalb der KMU also große Hürde empfunden wird. Dabei können Widerstände der Mitarbeitenden eine Rolle spielen, aber auch beispielsweise Ängste vor kurzfristigen Produktionsausfällen, z.B. im Rahmen von Digitalisierungsmaßnahmen in eingespielten Produktionsprozessen.

Gomez-Trujillo und Gonzalez-Perez sehen strukturelle Veränderungen auf der organisatorischen Ebene als Voraussetzung für die Integration von Nachhaltigkeit und Digitalisierung in die Unternehmensstrategie. Diese Veränderungen betreffen nicht nur die strategische Ausrichtung, sondern vor allem das Geschäftsmodell an sich (Gomez-Trujillo & Gonzalez-Perez, 2021, S. 22).

Datenerhebung und -qualität

Um eine nachhaltige Digitalisierung umzusetzen, sind eine gut funktionierende IT-Infrastruktur und Datenverfügbarkeit Voraussetzung. Oft mangelt es betriebsintern aber an (qualitativ hochwertigen) Daten, da Unternehmen nicht mit ausreichenden Datenerfassungskapazitäten ausgestattet sind. Die Experteninterviews bestätigen, dass digitale Technologien als Werkzeuge für die Datenerhebung von beispielsweise CO₂-Emissionen äußerst hilfreich sein können, dass dies jedoch von den verfügbaren Daten beziehungsweise deren Qualität abhängt und dass die verwendeten Instrumente nicht immer zuverlässig funktionieren. Insbesondere in KMU können fehlendes digitales Know-how und fehlende organisatorische Ressourcen zu Fehleingaben führen, wenn Daten manuell eingegeben werden. Des Weiteren können Daten oft nicht effizient ausgewertet werden, da beispielsweise zu viele unnötige Daten gesammelt werden. Auch herrscht oftmals eine fehlende technologische Ubiquität, da die Datenerfassung und -übermittlung auf einem unzureichend automatisierten Stand erfolgt (Lundberg, 2018, S. 43; Berg et al., 2021, S. 44). Zudem sei die Beschaffung von Primärdaten laut Expert:innen nicht immer möglich und Modellrechnungen kompliziert und fehleranfällig. Datengetriebene Ansätze zu Nachhaltigkeitsfragen seien bereits zu Beginn (Datenerhebung) sehr zeitaufwendig, bürokratisch und kostenintensiv und würden viele Unternehmen ohne externe Unterstützung, Anreize oder Verpflichtungen seitens der Politik abschrecken.

2.2.2.2 Unternehmensexterne Hemmnisse

IT-Infrastruktur

Eine häufig genannte externe Barriere sind technologische Herausforderungen. Eine fehlende Daten- und Digitalinfrastruktur werden in Deutschland von Seiten der KMU am häufigsten als Hemmnis für den Einsatz digitaler Innovationen genannt. Auch im europäischen Vergleich wird deutlich, dass Deutschland hier einen hohen Bedarf hat (Ficarra et al., 2021, S. 6). Dies zeigt sich z.B. an den Herausforderungen im ländlichen Raum mit unzureichendem Breitbandausbau, fehlenden Hochgeschwindigkeits-Internetanschlüssen oder regional Unterschieden zwischen Ost und West (European Commission, 2020, S. 219; Rüter & Fink, 2021, S. 20f.; Muller et al., 2021, S. 15).

Weitere Herausforderungen liegen in der mangelnden Datenerfassung aufgrund begrenzter technologischer Möglichkeiten; mangelnden Datenspeicherung, da die Speicherung großer Datenmengen immer noch sehr teuer ist; sowie fehlender Lösungen für eine effiziente Datenanalyse, insbesondere im Hinblick auf heterogene Daten. Bei heterogenen Daten handelt es sich um Daten mit einer hohen Variabilität der Datentypen und -formate, die aufgrund von fehlenden Werten, hoher Datenredundanz und Ungenauigkeit mehrdeutig und von geringer Qualität sein können (Wang, 2017, S. 8). Zudem wird die Unsicherheit im Hinblick auf künftige digitale Standards als Hemmnis genannt, in digitale Innovationen zu investieren (Berg et al., 2021, S. 46).

Datenschutz und Datensicherheit

IT-Sicherheitsfragen, wie Cyberkriminalität, und Fragen des Datenschutzes beschäftigen Unternehmen ebenfalls in großem Maße. Datenschutz- und Datensicherheitsbedenken sind in Deutschland im Vergleich zu anderen (europäischen) Ländern gar besonders ausgeprägt und können eine effektive Nutzung von Daten behindern. Der *nachhaltig.digital Monitor 2020* berichtet

beispielsweise von Hemmnissen beim Einsatz digitaler Innovationen aufgrund von solchen Unsicherheiten (Rüter & Fink, 2021, S. 20). Aus Unternehmenssicht ist daher wichtig, zwischen legitimen Schutzinteressen und dem erforderlichen Informationsaustausch balanciert zu regulieren (Saam et al., 2016, S. 72; Berg et al., 2021, S. 49).

Laut dem *Future IT Report 2021* werden Hemmnisse im Bereich Datenschutz und Datensicherheit jedoch nicht nur durch gesetzliche Auflagen, sondern auch durch deutlich gestiegene Kundenanforderungen getrieben (Ahlemann et al., 2021, S. 22).

Wissenstransfer und Datenverfügbarkeit

Bemängelt wird weiterhin der fehlende (digitale) Wissenstransfer von bereits existierenden Lösungen zwischen Wissenschaft und Unternehmen, aber auch zwischen Branchen, Unternehmen und innerhalb eines Unternehmens (Rüter & Fink, 2021, S. 8; Berg et al., 2021, S. 48).

Darüber hinaus berichten KMU, dass es an einem Zugang zu optimierten Daten in standardisierter Form mangelt. Insbesondere Daten von öffentlichen Einrichtungen seien schwer zu erfassen und zu nutzen, da die Methoden der Erhebung und Verbreitung je nach Institution, Region und Land variieren (EIT Climate-KIC, 2018, S. 16). Dies wird von Carl-Ernst Müller und Jan Quaing von der Kompetenzplattform *nachhaltig.digital* untermauert, die ein effizientes Management für die erfolgreiche Anwendung digitaler Technologien zur Messung, Steuerung und Kommunikation von Umweltleistungen bzw. Umweltauswirkungen in KMU als entscheidend erachten und der automatisierten Vernetzung von Metadaten für Scope 1-3 zukünftig eine zentrale Schlüsselrolle zuschreiben. Da jedoch bisher die Such- und Entscheidungskosten und auch die Beschaffungskosten für viele der kleineren KMU sowie der Aufwand dieser Messungen aufgrund fehlender Standards (z.B. analog EDIFACT) in der gegenseitigen Kommunikation zu hoch seien, werde auch der Nutzen nicht als hoch eingeschätzt.

Nachfrage nach nachhaltigen Produkten

Fast ein Drittel der europäischen KMU gibt an, dass eine mangelnde Nachfrage nach nachhaltigen Produktionsprozessen, Produkten oder Dienstleistungen ein Hemmnis für eine verstärkte Nachhaltigkeit im Unternehmen ist. Dies betrifft sowohl Geschäftskunden als auch Verbraucher:innen. Von deutschen KMU wird die mangelnde Nachfrage mitunter sogar als größtes Hindernis für die Umsetzung von Nachhaltigkeit im eigenen Unternehmen benannt (Bellmann & Koch, 2019, S. 11; European Commission, 2020, S. 251).

Stellung innerhalb der Wertschöpfungskette

Aufgrund ihrer Größe verfügen KMU häufig über eine geringere Verhandlungsmacht gegenüber Geschäftskunden oder auch Dienstleistern. Hemmnisse für eine nachhaltige Digitalisierung können hieraus entstehen, wenn Akteure innerhalb der Wertschöpfungskette etwa Daten zurückhalten oder zögern, sich an innovativen Prozessen der Kreislaufwirtschaft zu beteiligen, weil sie Risiken für ihren Wettbewerbsvorteil sehen (Rizos et al., 2016, S. 6). Bei Entwicklungskooperationen im Rahmen der Industrie 4.0, die zumeist mit größeren Unternehmen erfolgen, ist das Risiko des Misserfolgs für die beteiligten KMU zudem verhältnismäßig höher (Saam et al., 2016, S. 62).

Allgemeine administrative und regulatorische Hemmnisse

Aufgrund beschränkter Ressourcen können administrative und regulatorische Vorgaben zu einer übermäßigen Belastung von KMU führen. Beispielsweise kann der Zugang zu externen Finanzmitteln durch bürokratische Hürden erschwert werden, wie es bei staatlichen Zuschüssen oder Krediten bei Geschäftsbanken der Fall ist. Rechtliche Auflagen können für KMU zudem einen verhältnismäßig höheren Compliance-Aufwand herbeiführen. So wird beispielsweise die Überwachung und Meldung von Umweltleistungsdaten als komplex und kostspielig angesehen werden (Rizos et al., 2016, S. 5; Berg et al., 2021, S. 54; European Investment Bank, 2021, S. 309)

3 Anreizsysteme für eine ökologisch nachhaltige Digitalisierung

Das folgende Kapitel widmet sich dem Thema der politischen Anreizsetzung und geht der Frage nach, wie die Politik KMU in Richtung ökologisch nachhaltige Digitalisierung motivieren kann. Der Begriff Anreiz beschränkt sich hierbei nicht auf eine positive Incentivierung von Verhalten, sondern umfasst prinzipiell das gesamte Instrumentarium politischer Steuerung, das heißt auch Ver- und Gebote.

Zu Beginn des Kapitels wird zunächst ein Überblick zum Status quo der politischen Steuerung von ökologisch nachhaltiger Digitalisierung gegeben. Anschließend werden die Möglichkeiten politischer Steuerung sowie ausgewählte Instrumente eingehender betrachtet.

3.1 Ökologisch nachhaltige Digitalisierung: ein noch junges Politikfeld

Digitale Technologien können in KMU auf unterschiedliche Weise eingesetzt werden, um ökologische Ziele zu verfolgen. Neben großen Potenzialen beispielsweise im Hinblick auf Ressourceneffizienz oder zirkuläre Geschäftsmodelle, bestehen umgekehrt auch Risiken, darunter die direkten Auswirkungen der Digitalisierung mit Blick auf THG-Emissionen.

Diese sozial-ökologische Ambivalenz der Digitalisierung wird nicht nur wissenschaftlich kontrovers diskutiert, sondern ist in den letzten Jahren auch zunehmend in den Fokus der Politik gerückt: Nur mit einem geeigneten politischen Rahmen wird es gelingen, das Innovations- und Nachhaltigkeitspotenzial auszuschöpfen und gleichzeitig die Risiken der Digitalisierung für die Umwelt einzudämmen (BMU 2020, WBGU 2019, Gensch et al. 2019).

Diese Bedeutungszunahme spiegelt sich in einer hohen Dynamik und stetig wachsenden Zahl an Strategien und (Gesetzes-)Initiativen wider, die das Thema der nachhaltigen Digitalisierung auf unterschiedliche Weise berühren. Zum Teil adressieren die politischen Gestaltungsvorschläge einzelne Sektoren oder bestimmte Technologien – und betreffen beispielsweise Vorgaben zur Energieeffizienz, zum Teil handelt es sich um ganz grundlegende Weichenstellungen wie die Regulierung von Daten oder Algorithmen (Gensch et al. 2021, S. 98ff). KMU und Unternehmen im Allgemeinen sind hiervon mehr oder weniger direkt betroffen.

Allein die Europäische Kommission hat in den vergangenen Jahren eine beachtliche Anzahl an Strategien, Programmen und Gesetzesvorschlägen auf den Weg gebracht, die eine Ausrichtung der Digitalisierung an umwelt- und innovationspolitischen Zielen beabsichtigen. Zu den wichtigsten Strategien gehören der Europäische Grüne Deal (EC 2019a), der Neue Aktionsplan für die Kreislaufwirtschaft (EC 2020a), die Biodiversitätsstrategie für 2030 (EC 2020b), die Europäische Datenstrategie (EC 2019b) und der Zero Pollution Action Plan (EC 2021a). Ebenfalls relevant

insbesondere mit Blick auf Unternehmen sind die Neue Europäische Industriestrategie (EC 2020c) und die KMU-Strategie für ein Nachhaltiges und Digitales Europa (EC 2020d). Bei den Gesetzesvorschlägen ist insbesondere die Daten-Governance-Verordnung²³ (EC 2020e) im Kontext ökologischer Nachhaltigkeit hervorzuheben.

Hinzu kommt eine Vielzahl an nationalen Strategien wie die bereits erwähnte Umweltpolitische Digitalagenda Deutschlands (BMU 2020), die französische „Roadmap on the Environment and Digital Technology“ (CNN 2020), die „Greening Government Sustainable Technology Strategy to 2020“ des Vereinigten Königreichs (DEFRA 2018) oder die „Danish Circular Economy Strategy“ (MEF und MIBFA 2018), um nur einige wenige Beispiele aufzuzählen.

Schließlich existieren insbesondere seitens der Wissenschaft und Zivilgesellschaft zahlreiche Vorschläge zur politischen Gestaltung einer nachhaltigen Digitalisierung, die mehr oder weniger konkret werden. Beispiele solcher Veröffentlichungen sind „Unsere gemeinsame digitale Zukunft“ des WBGU (2019), „Was Bits und Bäume verbindet“ (Höfner und Frick 2019), „Digitalisierung und Nachhaltigkeit: Politische Gestaltung zwischen Möglichkeiten, falschen Versprechungen und Risiken“ des Öko-Instituts (Gensch et al. 2019) oder auch das Impulspapier „Digitalisierung nachhaltig gestalten“ des Umweltbundesamts (UBA 2019).

Die vielen Beispiele verdeutlichen jedoch nicht nur die hohe Dynamik, die im Hinblick auf dieses Themenfeld herrscht, sondern auch, dass wir noch am Anfang der Antwort auf die komplexe Frage stehen, wie nachhaltige Digitalisierung effektiv politisch gesteuert und gefördert werden kann.

Zum einen besteht für viele Anwendungsbereiche weiterer Forschungsbedarf, welche direkten und indirekten Effekte die Digitalisierung auf die Umwelt hat und in welcher Wechselwirkung diese zueinanderstehen – das heißt wann überhaupt von ökologisch nachhaltiger Digitalisierung gesprochen werden kann. Aufgrund der hohen Innovationsdynamik und schnellen Skalierbarkeit digitaler Technologien sind die Umweltwirkungen der Digitalisierung besonders schwierig zu erfassen und abzuschätzen. Sind diese Effekte nicht bekannt, ist jedoch keine zielgerichtete Steuerung möglich. Die rasante Weiterentwicklung digitaler Technologien stellt zudem eine Herausforderung in sich dar: Die bestehenden politischen Strukturen und Prozesse können schlichtweg nicht Schritt halten mit der Geschwindigkeit, mit der neue Anwendungen, Produkte oder auch Geschäftsmodelle am Markt entstehen (Gensch et al. 2021).

Vor diesem Hintergrund werden im nächsten Kapitel zunächst kurz die (theoretischen) Möglichkeiten der politischen Steuerung ökologisch nachhaltiger Digitalisierung in Unternehmen (KMU) beleuchtet, bevor anschließend einzelne Instrumente eingehender beschrieben werden. Abschließend wird dargelegt, welche Rolle die Politik in Zukunft einnehmen sollte, um KMU gezielt in puncto nachhaltige Digitalisierung zu fördern.

3.2 Bestehende Instrumente der politischen Anreizsetzung

Um zu verstehen, welche Möglichkeiten der politischen Anreizsetzung grundsätzlich bestehen, bietet es sich an, erneut einen Blick auf die in AP 2.2.2 beschriebenen Hemmnisse zu werfen. Hierauf aufbauend lässt sich beschreiben, welchen Unterstützungsbedarf KMU benennen und welche Lösungen hierfür zur Verfügung stehen.

²³ REGULATION OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL on European data governance (Data Governance Act)

Die folgende Tabelle fasst die in AP 2.2.2 beschriebenen Hemmnisse zusammen und stellt diese möglichen Lösungsansätzen gegenüber. Hervorgehoben sind jene Ansätze, die seitens der Politik gesteuert bzw. maßgeblich gefördert werden können.

Tabelle 1: Gegenüberstellung von Hemmnissen und möglichen Lösungsansätzen

	Kategorie	Beschreibung des Hemmnisses	Mögliche Lösungsansätze
Unternehmensinterne Hemmnisse	Unternehmenskultur	<ul style="list-style-type: none"> Kultur und Mindset: Widerstand gegen Veränderungen in der Belegschaft und im Management Ablehnung von Digitalisierung, Nichtwahrnehmung potenzieller Vorteile 	<ul style="list-style-type: none"> Maßnahmen im Bereich Change Management
	Wissen, Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> Fehlendes Wissen Fehlende Kompetenzen (Bsp. IT) Mangelnde Qualifizierung der Mitarbeitenden Keine strategische Herangehensweise an das Thema Digitalisierung („IT-Abteilung“) 	<ul style="list-style-type: none"> Ausbildung Weiterbildung, Schulungen Knowledge Sharing Sourcing bei spezialisierten Technologiepartnern Forschungskooperationen SME-spezifisches IT Consulting
	Finanzielle und personelle Ressourcen	<ul style="list-style-type: none"> Fehlendes Personal Hohe Investitionskosten, hohe Eintrittshürden Unklares Kosten-Nutzen-Verhältnis Risiko der Fehlinvestition bei begrenzten Ressourcen 	<ul style="list-style-type: none"> Finanzielle Unterstützung, z.B. EU- und nationale Fördermittel Fiskalpolitische Maßnahmen Banken und Kreditgeschäft Netzwerke und Kooperationen, um Eintrittshürde zu senken
	Datenerhebung und -qualität	<ul style="list-style-type: none"> Datenbezogene Hemmnisse im Unternehmen (Bsp. Datenqualität, Datenspeicherung, Datenanalyse) 	<ul style="list-style-type: none"> Aus- und Weiterbildungen sowie Schulungen (s.o.) Outsourcing
Unternehmensexterne Hemmnisse	IT-Infrastruktur	<ul style="list-style-type: none"> Barrieren in Bezug auf Digitalinfrastruktur (Bsp. Breitband, Speicherplatz) und technologische Lösungen 	<ul style="list-style-type: none"> Breitbandausbau durch Staat, insb. im ländlichen Raum Regulierung zu Grüner IKT Sourcing von fertigen Lösungen Kooperation zwischen KMU (shared IT services, shared IT infrastructure)
	Datenschutz, Datensicherheit	<ul style="list-style-type: none"> Unsicherheiten im Bereich Datenschutz und Datensicherheit 	<ul style="list-style-type: none"> Regulierung zu Datenschutz und Datensicherheit
	Wissenstransfer, Datenverfügbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> Data sharing wird häufig aus rechtlichen und Wettbewerbsgründen abgelehnt Daten öffentlicher Einrichtungen liegen häufig nicht oder nicht in standardisierter Form vor 	<ul style="list-style-type: none"> Regulierung zu Berichterstattung Regulierung zu Open Data und Datenstandardisierung Datenpooling, information sharing z.B. über zentralisierte Plattformen
	Nachfrage nach nachhaltigen Produkten	<ul style="list-style-type: none"> Mangelnde Nachfrage nach nachhaltigen Produkten oder Dienstleistungen auf Seiten von Geschäftskunden und Verbraucher:innen 	<ul style="list-style-type: none"> Sensibilisierung, Verbraucherinformationen Standardsetzung Öffentliche Beschaffung
	Stellung in der Wertschöpfungskette	<ul style="list-style-type: none"> KMU sind auf Kooperation anderer Marktteilnehmer angewiesen, bspw. in der Bereitstellung von Daten 	<ul style="list-style-type: none"> Regulierung zu Berichterstattung Wettbewerbsrechtliche Regelungen
	Administrative und regulatorische Hemmnisse	<ul style="list-style-type: none"> Verhältnismäßig höherer Aufwand für KMU in der Befolgung rechtlicher Auflagen 	<ul style="list-style-type: none"> Stufung von Anforderungen, Erleichterungen für KMU

Quelle: eigene Darstellung

Betrachtet man die einzelnen Lösungsansätze eingehender, können diese im Wesentlichen drei Clustern der politischen Anreizsetzung zugeordnet werden (wobei auch andere Einteilungen

denkbar sind): 1) Kapazitäts- und Kompetenzaufbau in KMU, 2) Zugang zu Finanzierungsmöglichkeiten und fiskalpolitische Maßnahmen sowie 3) Marktregulierung und Standardisierung.

Diese drei Cluster werden im Folgenden eingehender betrachtet, wenngleich diese Studie die Vielfalt an (möglichen) Anreizinstrumenten nicht erschöpfend abbilden kann. Daher werden die drei Cluster beziehungsweise Instrumententypen in ihrer grundlegenden Logik beschrieben und zur Veranschaulichung mit aktuellen Beispielen unterfüttert.

3.2.1 Kapazitäts- und Kompetenzaufbau in KMU

Bereits heute existieren diverse Unterstützungsangebote für KMU im Bereich Digitalisierung, wobei der Bezug zur ökologischen Nachhaltigkeit mehr oder weniger stark gegeben ist. Die Angebote reichen von Plattformen und Schulungen bis hin zu Handreichungen, die im Internet kostenfrei heruntergeladen werden können. Solche Angebote können entweder direkt von der EU beziehungsweise nationalen Regierungen bereitgestellt oder finanziell gefördert werden.

Besonders aktiv im Themenbereich nachhaltige Digitalisierung in KMU ist die **European Digital SME Alliance** (o.J.): Sie ist ein Zusammenschluss diverser nationaler und überregionaler Verbände und repräsentiert circa 45.000 Unternehmen. Nachhaltige Digitalisierung bildet eines der Schwerpunktthemen der Alliance, mit den Unterthemen grüne Technologien und zirkuläre Wirtschaft, B2B-Digitalisierung sowie innovationsfördernde Regulatorik. Zu den Angeboten für Unternehmen gehören Konferenzen und Seminare, Newsletter oder Stellungnahmen zu europäischen Politikmaßnahmen. Die Alliance führt zudem (von der EU geförderte) Forschungsvorhaben durch. Auch der Verband **DigitalEurope** (o.J.) widmet sich ausführlicher den Zusammenhängen von Digitalisierung und Nachhaltigkeit und informiert unter anderem zu zirkulärer Wirtschaft, Ökodesign oder auch nachhaltiger Unternehmensführung.

Andere relevante Zusammenschlüsse beziehungsweise Initiativen der Wirtschaft sind die European Green Digital Coalition, der Climate Neutral Data Centre Pact, die European Telecommunications Network Operators' Association oder die Global e-Sustainability Initiative (GeSI). Die **European Green Digital Coalition** wurde jüngst, im Jahr 2021, von 26 Unternehmen der IKT-Branche ins Leben gerufen mit dem Ziel, die grüne und digitale Transformation der EU voranzutreiben. In dem Verständnis, dass digitale Technologien und der IKT-Sektor wesentliche Hebel in der Erreichung der Klima- und anderer Umweltziele darstellen, verpflichten sich die Mitglieder zu folgenden Aktivitäten: 1) Investitionen in netto-positive grüne digitale Lösungen in verschiedenen Sektoren, 2) Entwicklung von Methoden und Werkzeugen zur Messung der ökologischen Nachhaltigkeit von digitalen Technologien, in Zusammenarbeit mit anderen Stakeholdern, 3) Entwicklung von Empfehlungen und Leitlinien zur grünen digitalen Transformation in diversen Sektoren (EC 2021c).

Unterstützung erfahren KMU auch über das **Enterprise Europe Netzwerk** – das Netzwerk der Europäischen Kommission zur Unterstützung von (kleinen und mittleren) Unternehmen und Innovation. Das Netzwerk hat europaweit mehr als 400 Kontaktstellen, darunter Handelskammern, regionale Entwicklungsagenturen und Technologiezentren an Hochschulen. Mitglieder des Netzwerks beraten KMU unter anderem zu Finanzierungs- und Investitionsmöglichkeiten in ressourceneffiziente und kreislauforientierte Prozesse und Infrastrukturen, der Suche nach passenden Geschäftspartnern oder der Förderung der Zusammenarbeit zwischen Unternehmen (BMW i.o.J.a).

Im Rahmen des EU-Programms „Digitales Europa“ und mit Förderung aus den Strukturfonds, ist zudem der Aufbau von mehreren **Zentren für digitale Innovation** (Digital Innovation Hubs) geplant. Diese sollen ein flächendeckendes Netz aus Beratungszentren bilden, die insbesondere KMU sowie den öffentlichen Sektor bei der digitalen Transformation unterstützen und dabei auch Nachhaltigkeitsaspekte abdecken. Die ersten Zentren sollen 2022 ihre Arbeit aufnehmen (BMWi o.J.b).

Daneben gibt es spezialisierte Zentren, wie das **Europäische Wissenszentrum für Ressourceneffizienz**, das europäische Unternehmen – und insbesondere KMU – dabei unterstützt, Energie, Materialien und Wasser einzusparen. EREK stellt Werkzeuge, Lernmaterialien sowie Informationen zur Verfügung (EREK o.J.).

In Deutschland gibt es ebenfalls verschiedene Unterstützungsangebote, etwa die **Mittelstand-Digital Zentren** (früher Mittelstand 4.0-Kompetenzzentren). Deren Angebot richtet sich explizit an kleine und mittelständische Unternehmen und umfasst Praxisbeispiele, Demonstratoren, Informations- und Netzwerkveranstaltungen (BMWi o.J.b). Im Rahmen der aktuellen Förderrunde wird das Thema der ökologischen Nachhaltigkeit unter Nennung der Beispiele Energie- und Ressourceneffizienz sowie Kreislaufwirtschaft explizit aufgegriffen. KMU sollen befähigt werden, mit Hilfe digitaler Lösungen ihre ökonomischen, ökologischen und sozialen Ziele zu verwirklichen (BMWi 2020).

Die **Plattform Industrie 4.0**, gefördert vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, widmet sich eingehender der Digitalisierung in der Produktion und stellt ebenfalls diverse Unterstützungsangebote bereit beziehungsweise informiert zu bestehenden Angeboten deutschlandweit (BMWi und BMBF o.J.). In Bezug auf Künstliche Intelligenz bietet die **Plattform Lernende Systeme** (o.J.) auf KMU zugeschnittene Informationen und Praxisbeispiele.

Während die zuvor genannten Beispiele aus Deutschland das Thema der ökologischen Nachhaltigkeit als eines von mehreren adressieren, unterstützt die Kompetenzplattform **nachhaltig.digital** (o.J.) Unternehmen des Mittelstands gezielt dabei, die Digitalisierung als Instrument für nachhaltiges Wirtschaften zu nutzen. Die Plattform wird von B.A.U.M und der Deutschen Bundesstiftung Umwelt getragen. Zum ihrem Angebot zählen Veranstaltungen und praxisnahe Handreichungen zu Themen wie digitales Wissensmanagement oder zirkuläres Wirtschaften.

3.2.2 Zugang zu Finanzierungsmöglichkeiten, fiskalpolitische Maßnahmen

Im März 2021 unterzeichneten 26 Mitgliedsstaaten der EU sowie Norwegen und Island eine Erklärung, den Einsatz grüner digitaler Technologien beziehungsweise den Einsatz digitaler Technologien für den Umweltschutz zu beschleunigen und auszuweiten. Hierfür sollen unter anderem Gelder der Fonds NextGenerationEU (Wiederaufbaufonds) und InvestEU genutzt werden (EC 2021b).

InvestEU fasst seit 2021 die verschiedenen Finanzierungsinstrumente der EU in Form von Darlehen und Garantien unter einem Dach zusammen. Das Programm zielt darauf ab, zusätzliche Investitionen in Höhe von 650 Milliarden Euro zu mobilisieren, und deckt mit den Themenbereichen nachhaltige Infrastruktur, Forschung, Innovation und Digitalisierung, Klein- und Mittelbetriebe sowie soziale Investitionen und Kompetenzen grundsätzlich auch ökologische nachhaltige Innovationen im Bereich Digitalisierung ab. InvestEU sieht unter anderem Beteiligungsfinanzierungen durch Risikokapitalfonds, Pensionsfonds und Versicherungsgesellschaften vor. Neben der Mobilisierung

öffentlicher und privater Investitionen, bietet die InvestEU-Beratungsplattform auch technische Beratung an bei Investitionsprojekten, für die Finanzierungen benötigt werden (European Union o.J.). Mit dem **Europäischen Investitionsfonds** existiert zudem ein Instrument, das gezielt KMU im verbesserten Zugang zu Finanzmitteln unterstützt.

Im Bereich der Forschung ist das EU-Rahmenprogramm **Horizon 2020** beziehungsweise der Nachfolger **Horizon Europe 2021-2027** hervorzuheben, welches über alle Themenfelder hinweg auf eine Beteiligung beziehungsweise Förderung von KMU abzielt. Im Rahmen der Forschungs- und Entwicklungsarbeit sind beispielsweise die Erprobung innovativer Verfahren, Produkte und Dienste oder Skalierungsstudien förderfähig (BMW i o.J.b).

In Deutschland hat das Thema der ökologisch nachhaltigen Digitalisierung ebenfalls Eingang in diverse Förderprogramme gefunden. Neben den Förderschwerpunkten „**Digital GreenTech**“ oder „**Initiative Industrie 4.0 – Kollaborationen in dynamischen Wertschöpfungsnetzwerken**“ des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF 2019), unterstützen beispielsweise die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) und das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) klimafreundliche Aktivitäten in Anlehnung an die EU-Taxonomie im Rahmen der „**Klimaschutzoffensive für den Mittelstand**“. Im Rahmen des Programms können kleine und mittlere Unternehmen zinsgünstige Kredite in Verbindung mit Zuschüssen erhalten, um in die Herstellung und Nutzung klimafreundlicher Anlagen oder Produkte zu investieren. Die Möglichkeiten der Digitalisierung werden explizit gemacht mit zwei Fördermaßnahmen zur Datenverarbeitung und zu datengesteuerten Lösungen (Gensch et al. 2021, S. 104).

Die Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU o.J.) fördert im Rahmen ihres **Green Start-up-Programms** Unternehmensgründungen und Start-ups, die nachhaltige Lösungen entwickeln. Ein aktuelles Sonderprogramm legt den Schwerpunkt auf die Digitalisierung, um „die digitalen Chancen für den Schutz der Umwelt nutzen“. Stand 2020 wurden 18 Start-ups mit insgesamt über zwei Millionen Euro gefördert.

Finnland stellt im Rahmen seines **Smart Energy Programms** nicht nur Fördergelder für Unternehmen bereit, sondern schafft ein ganzheitliches Ökosystem zur Entwicklung und Erprobung technologischer und digitaler Lösungen mit dem Ziel, den Energiesektor zu transformieren. Das Programm zielt unter anderem darauf ab, den Gebrauch innovativer Nachhaltigkeitslösungen im Energiesektor voranzutreiben, internationale Investments anzuregen, Markt- und Wachstumschancen für finnische KMU zu generieren sowie neue Geschäftsmodelle in den Bereichen Energieeffizienz, erneuerbare Energien, Energiespeicherung, Smart Grids etc. zu entwickeln und umzusetzen (Business Finland o.J.). Im Rahmen des Programms ist beispielsweise die Testplattform **Smart Otaniemi** (o.J.) geschaffen worden, auf der KMU mit großen Unternehmen, Forschungsinstituten und öffentlichen Akteuren zusammenkommen, um nachhaltige Innovationen im Bereich Smart City zu entwickeln.

Weiterhin können steuerliche Anreize dabei helfen, digitale Lösungen mit Bezug zum Umweltschutz einzuführen beziehungsweise einzusetzen. Das aktuelle **2021 Italian Budget Law** sieht beispielsweise Steuergutschriften für Unternehmen im Rahmen der „Transformation 4.0“ vor. Konkret sollen mehr als 20 Milliarden Euro in den Jahren 2021 bis 2025 zur Verfügung stehen, um die Digitalisierungs- und Nachhaltigkeitstransformation in Unternehmen voranzutreiben (MEF 2021).

3.2.3 Marktregulierung und Standardisierung: Grüne IKT

Instrumente der Marktregulierung und Standardisierung kommen bereits heute zum Einsatz, um den ökologischen Fußabdruck von IKT zu minimieren. Denn digitale Hard- und Software, Rechenzentren etc. verbrauchen große Mengen an natürlichen Ressourcen und Energie und wirken sich auch anderweitig nachteilig auf die Umwelt aus. Verbindliche (Produkt-)Standards bergen daher erhebliche Potenziale, die Umwelt zu entlasten und vor allem THG-Emissionen zu verringern – zumal solche Standards nicht nur die IKT-Branche betreffen, sondern Unternehmen aller Sektoren, die auf digitale Technologien zurückgreifen.

Ein prominentes Beispiel hierfür ist die **Europäische Ökodesign-Richtlinie**, die Mindestanforderungen an das Produktdesign energieverbrauchsrelevanter Produkte festlegt, die bei in Verkehr bringen auf den europäischen Binnenmarkt eingehalten werden müssen (UBA 2021). Bestehende Anforderungen mit Bezug zur Digitalisierung betreffen unter anderem Computer, Server und Datenspeicherprodukte. Weitere relevante Produktgruppen, die aktuell in der Diskussion stehen, umfassen unterbrechungsfreie Stromversorgungen, Geräte für intelligente Stromnetze, vernetzte Audio- und Videogeräte oder auch Basisstationen einschließlich Subsysteme (Gensch et al. 2021, S. 100f).

In Frankreich ist im November 2021 ein **Gesetz zur Reduzierung des ökologischen Fußabdrucks digitaler Technologien**²⁴ verabschiedet worden. Das Gesetz sieht unter anderem vor, zu Umweltauswirkungen digitaler Technologien zu sensibilisieren, den Neukauf beziehungsweise Austausch von Endgeräten zu reduzieren, den Einsatz digitaler Technologien für den Umweltschutz sowie energiesparsame Rechenzentren und Netze zu fördern und nachhaltige Digitalisierungsstrategien auf regionaler Ebene voranzutreiben. Konkret soll unter anderem ein staatliches Institut zur Quantifizierung und Überwachung der Umweltauswirkungen digitaler Technologien eingerichtet werden, welches der französischen Agentur für Umwelt- und Energiemanagement (ADEME) untersteht. Weiterhin soll die Regulierungsbehörde für elektronische Kommunikation und Post, gemeinsam mit anderen Akteuren, ein Ökodesign-Benchmark für digitale Dienste erstellen.

In diesem Kontext ebenfalls nennenswert sind Instrumente, die auf eine Verlängerung der Lebens- und Nutzungsdauer von (energieverbrauchsrelevanten) Produkten abzielen, wie die Regelungen gegen **geplante Obsoleszenz im französischen Energiewendegesetz**²⁵ oder die **Europäische Gesetzgebungsinitiative für eine nachhaltige Produktpolitik**. Im Rahmen letzterer soll die Ökodesign-Richtlinie dahingehend überarbeitet werden, dass nicht nur energieeffiziente, sondern auch langlebige, reparierbare, recyclingfähige und leichter wiederverwendbare Produkte gefördert werden (EP 2021).

Neben der Regulierung von Hardware, gibt es darüber hinaus bereits Bestrebungen, ausgewählte Software oder auch Rechenzentren zu regulieren. Im Rahmen der deutschen EU-Ratspräsidentschaft 2020 wurde beispielsweise empfohlen, verbindliche Nachhaltigkeitsstandards für Distributed-Ledger-Technologien (Blockchain-Technologien) zu formulieren (Hedberg und Šipka 2020, S. 14). Für Cloud-Rechenzentren werden ebenfalls verbindliche Standards hinsichtlich der

²⁴ LOI n° 2021-1485 du 15 novembre 2021 visant à réduire l’empreinte environnementale du numérique en France, verfügbar unter: <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000044327272>, zuletzt abgerufen am 19.11.2021

²⁵ französisches Energiewende-Gesetzespaket für grünes Wachstum vom 17. August 2015, Loi n° 2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte, verfügbar unter: <https://www.legifrance.gouv.fr/eli/loi/2015/8/17/DEVX1413992L/jo/texte>, letzter Zugriff am 21.10.2021.

Energieeffizienz und Ressourcenschonung gefordert (Gröger et al. 2020, S. 1). Im Hinblick auf die Ökodesign-Richtlinie ist bislang allerdings unklar, ob Anforderungen, wie sie aktuell für bestimmte Hardware bestehen, auch für Software formuliert werden können (Gensch et al. 2021, S. 103).

Schließlich kann ökologisch nachhaltige IKT auch über freiwillige Standards wie den **Blauen Engel** gefördert werden. Wo die Bundesregierung als Träger solcher Standards fungiert, erhöht dies die Glaubwürdigkeit. Die Verbreitung solcher Standards wiederum kann auf unterschiedliche Weise gefördert werden, so zum Beispiel im Rahmen der öffentlichen Beschaffung.

3.3 Die Notwendigkeit politischer Steuerung

Wie die vorherigen Kapitel veranschaulichen, wird Digitalisierung und Nachhaltigkeit in Unternehmen bislang nur unzureichend zusammengedacht. Auf politischer Ebene ist das Thema der *twin transition* zwar in aller Munde, findet bislang jedoch nur vereinzelt Umsetzung in konkreten Maßnahmen.

Das folgende Kapitel widmet sich daher der Frage, welche Rolle die Politik einnehmen sollte, um eine ökologisch nachhaltige Digitalisierung in KMU und Unternehmen im Allgemeinen zu fördern. Unbestritten ist dabei aus Sicht der Autor:innen, dass die Politik eine ganz wesentliche Rolle einnimmt in der Förderung innovativer und umweltschonender Unternehmensprozesse. Ohne geeignete Rahmensetzung wird die Digitalisierung nicht nur keinen Vorteil für den Umweltschutz darstellen, sondern läuft Gefahr, den globalen Klima- und Umweltzielen diametral entgegenzuwirken. Die Frage ist demnach vielmehr, welche Aspekte in Bezug auf den Übergang zu einer grünen digitalen Welt am Drängendsten erscheinen, und welche Anreize und Verpflichtungen die Politik setzen sollte, um den Markt in eine entsprechende Richtung zu lenken.

KMU-spezifische Hemmnisse adressieren

Aufbau von Kompetenzen

Trotz bestehender Beratungs- und Weiterbildungsangebote geben KMU weiterhin an, über unzureichend Wissen und Kompetenzen in puncto nachhaltige Digitalisierung zu verfügen. Bestehende Angebote sollten somit weiter ausgebaut und der Aufbau von Netzwerken forciert werden, die den Wissenstransfer fördern. Dabei sollte aufgrund der Ressourcenknappheit in KMU einerseits darauf geachtet werden, ausreichend niedrighschwellige Angebote zu schaffen. Zum anderen sollten bestehende und zukünftige Beratungs- und Unterstützungsangebote gebündelt und Digitalisierung und Nachhaltigkeit deutlich stärker als bisher zusammengeführt werden. Dabei ist auch denkbar, praxiserprobte Lösungen zentral zur Verfügung zu stellen (open source), um die Umsetzung von Umweltmaßnahmen im Unternehmen zu erleichtern. Das BMBF, aber auch andere Ministerien könnten ein entsprechendes Förderprogramm aufsetzen.

An dieser Stelle sei auf die Problematik verwiesen, dass *der* Mittelstand in Deutschland häufig als zu homogene Größe verstanden wird. In Realität umfasst er höchst diverse Unternehmen, die vom Handwerksbetrieb bis zum international tätigen KMU reichen. Je nach Unternehmensgröße, Branche oder auch Geschäftsmodell sind KMU mit sehr unterschiedlichen Herausforderungen in puncto nachhaltige Digitalisierung konfrontiert. Diese Diversität sollte stärker als bisher in Förderprogrammen berücksichtigt und Unterstützungsangebote bspw. auf einzelne Branchen zugeschnitten werden.

Finanzielle Förderung

Da KMU häufig über begrenzte finanzielle Ressourcen verfügen, sollte die Umsetzung von nachhaltigen digitalen Lösungen gezielt gefördert werden. Von den im Rahmen dieser Studie befragten Expert:innen hoben gleich mehrere Personen das vom BMWi initiierte Programm „Digital Jetzt – Investitionsförderung für KMU“ hervor. So sei der Ansturm auf das Programm deutlich höher gewesen als die schlussendlich zur Verfügung stehenden Mittel. Das Programm bietet finanzielle Zuschüsse und soll Unternehmen einen Anreiz setzen, mehr in digitale Technologien sowie in die Qualifizierung ihrer Beschäftigten zu investieren, um zukunfts- und wettbewerbsfähig zu bleiben und die Potenziale der Digitalisierung auszuschöpfen. Einen expliziten Nachhaltigkeitsbezug weist das Programm bislang allerdings nicht auf. Des Weiteren wird an dem Programm kritisiert, dass die Zuweisung von Mitteln im Zufallsprinzip erfolgt. Künftige Investitionsprogramme müssen Nachhaltigkeit und Digitalisierung stärker zusammendenken und ausreichend Mittel zur Verfügung stellen, um den Umwelt- und Klimaschutz in Unternehmen voranzutreiben.

Zudem muss bei (künftigen) Programmen darauf geachtet werden, Hard- und Software gleichwertig zu fördern. Softwarelösungen können gerade für KMU mit begrenzter Liquidität einen niedrigschwelligen Einstieg ermöglichen, die eigene Umweltleistung zu verbessern. Bestehende Förderprogramme fokussieren jedoch häufig auf Anlagegüter oder schließen digitale Anwendungen gar gänzlich aus. Weiterhin sollte bedacht werden, dass digitale Lösungen vermehrt als Dienstleistungen (software-as-a-service) und in Form neuer Geschäftsmodelle (z.B. pay-per-use) angeboten werden. Förderprogramme müssen demnach nicht nur den Erwerb, sondern auch die Nutzung nachhaltiger digitaler Lösungen umfassen.

Erleichterungen für KMU

Allgemein gilt, dass gesetzliche Vorschriften oder auch Förderprogramme, die mit einem gewissen administrativen Aufwand verbunden sind, kleine Unternehmen mit begrenzten zeitlichen und personellen Ressourcen übermäßig stark belasten. Förderlich können in diesem Zusammenhang gestufte Anforderungen oder administrative Erleichterungen sein. In Bezug auf das Nachhaltigkeitsmanagement in Unternehmen bietet es sich zudem an, bestehende Methoden und Instrumente (Bsp. PEF zur Messung der Umweltleistung von Produkten) hinsichtlich ihres Umsetzungsaufwands zu analysieren und ggf. für KMU anzupassen.

Die Voraussetzungen für eine nachhaltige Digitalwirtschaft schaffen

Um die Potenziale digitaler Technologien für den Klima- und Umweltschutz heben zu können, sind eine funktionierende digitale Infrastruktur und durchgängige Konnektivität Voraussetzung. Dies gilt in Deutschland insbesondere für den ländlichen Raum, wo zahlreiche KMU ihren Sitz haben. Der Breitbandausbau sowie der Ausbau der Mobilfunknetze müssen daher zügig fortgesetzt werden.

Weiterhin sollte der Zugang zu umweltschonenden Technologien über Open-Source-Software und -Hardware verbessert werden. Dies ist für KMU insbesondere dort relevant, wo der Einsatz digitaler Lösungen mit hohen Kosten verbunden wäre.

Für eine funktionierende nachhaltige Datenwirtschaft ist zudem der Zugang zu Daten relevant. Denn Daten bilden die Basis für Technologien und Geschäftsmodelle wie Big Data Analytics, maschinelles Lernen oder digitale Plattformen. Dabei werden nicht nur hinreichend umfangreiche, sondern auch qualitativ hochwertige Daten benötigt. Der Datenaustausch zwischen Unternehmen, dem öffentlichen Sektor und weiteren Akteuren sollte gefördert werden, um die Weiterverwendung und gemeinsame Nutzung von Daten zu erleichtern. Gleichzeitig muss die Sicherheit nicht-personenbezogener Daten und der Schutz personenbezogener Daten gewährleistet sein.

Die Chancen der Digitalisierung für den Umweltschutz bestimmen und nutzen

Digitale Technologien bieten enormes Potenzial im Hinblick auf die Erreichung der Klima- und anderer Umweltziele, in sämtlichen Sektoren. Darunter fallen Energieeffizienzgewinne durch Prozessoptimierung, Ressourceneinsparungen durch neue Geschäftsmodelle („Teilen statt besitzen“) oder die Förderung der Kreislaufwirtschaft durch vernetzte Industrien.

Gleichwohl ist die Digitalisierung in sich ambivalent: Digitale Technologien stehen in komplexen und zum Teil wechselseitigen Wirkungsbeziehungen, die indirekten Effekte sind schwer zu messen. Für viele digitale Technologien ist daher weiterhin unklar, ob diese in der Nettobilanz einen Vorteil für die Umwelt bieten.

Die Politik sollte daher zum einen weitere Anstrengungen unternehmen, die Energie- und Materialeffizienz des IKT-Sektors, insbesondere von Rechenzentren, elektronischer Kommunikation und digitalen Geräten zu verbessern. Zum anderen bedarf es weiterer Forschung zu den (indirekten) Auswirkungen digitaler Lösungen, um deren Beitrag zur Erreichung der Klima- und Umweltziele zu bestimmen.

Können einzelne Anwendungen oder Technologien als ökologisch nachhaltig identifiziert werden, d.h. liefern sie einen klaren Vorteil für Umwelt und Klima, sollten sie seitens der Politik gezielt gefördert und in die Fläche getragen werden. Solche Anwendungen können von Lösungen zur Verbesserung der Energieeffizienz in Gebäuden bis hin zu Lösungen zur verbesserten Messung von Umweltauswirkungen in Unternehmen reichen. Die Förderung sollte dabei auch entsprechende Beratungsangebote für Unternehmen o.ä. umfassen.

Ambitionierte Umweltziele durchsetzen

Um die Digitalisierung in eine nachhaltige Richtung zu lenken, bedarf es ambitionierter Umweltziele und -maßnahmen, die sich über alle Sektoren und politische Handlungsfelder erstrecken. Es handelt sich demnach um keine Maßnahmen, die bei der Digitalisierung ansetzen. Vielmehr handelt es sich um politische Handlungsansätze, welche die umweltpolitischen Rahmenbedingungen einzelner Sektoren anpassen oder unternehmerische Praktiken im Allgemeinen regulieren und damit indirekt auf die Potenziale und Risiken der Digitalisierung wirken.

Ein aktuell prominentes Beispiel aus dem Bereich der deutschen Klimaschutzpolitik ist der Preis auf CO₂ für Verkehr und Wärme, der auf einen Rückgang klimaschädlicher Produktions- und Verhaltensweisen abzielt. Hiermit einhergehend sollen die Entwicklung und Nutzung klimaschonender Produktions- und Verhaltensweisen incentiviert werden. Dies wirkt sich wiederum positiv auf die Nachfrage digitaler Technologien aus, die beispielsweise eine Steigerung der Energie- und Ressourceneffizienz bewirken (Gensch et al. 2021, S. 99f).

Im Rahmen der Politikkohärenz weitere Anreize setzen

Die Politik sollte das Ziel einer ökologisch nachhaltigen Digitalisierung in weitere (bestehende) Politikinstrumente integrieren.

Die **öffentliche Beschaffung** kann beispielsweise einen wichtigen Anreiz zur Entwicklung und Nutzung ökologisch nachhaltiger digitaler Technologien schaffen. Die Umweltpolitische Digitalagenda sieht eine entsprechende Veränderung von Vorgaben zur klimafreundlichen Beschaffung des Bundes vor. Konkret sollen die ökologischen Auswirkungen, die mit der

Herstellung, Nutzung, Verwertung und Entsorgung von IKT verbunden sind, stärker bei der Beschaffung berücksichtigt werden (BMU 2020, S. 10).

Ein weiteres Beispiel stellt die **nichtfinanzielle Berichterstattung** dar. Deutsche Unternehmen sind mittels diverser Gesetze dazu verpflichtet, über ihre sozialen und ökologischen Auswirkungen Bericht zu erstatten (KMU bislang zumeist allerdings nur indirekt im Kontext ihrer Geschäftsbeziehungen). Hierzu gehören das jüngst verabschiedete deutsche Lieferkettengesetz²⁶ oder auch das CSR-Richtlinie-Umsetzungsgesetz²⁷. Die nichtfinanzielle Berichterstattung stellt in zweifacher Weise ein interessantes Beispiel dar: Zum einen schafft sie einen Anreiz für Unternehmen, sich nachhaltig auszurichten und dafür auch die Potenziale der Digitalisierung zu nutzen (Bsp. Ressourceneffizienz, nachhaltige Geschäftsmodelle). Zum anderen setzt eine solide Berichterstattung voraus, dass die entsprechenden Daten überhaupt vorliegen. Unternehmen werden somit incentiviert, digitale Technologien einzusetzen, um Umweltdaten zu erfassen, auszuwerten und nach außen zu kommunizieren.

Die Finanzwirtschaft stellt ebenfalls einen bedeutenden Hebel dar, da öffentliche Gelder nicht ausreichen werden, um die Wirtschaft nachhaltig auszurichten. In diesem Kontext ist die **EU-Taxonomieverordnung**²⁸ hervorzuheben, die auf eine nachhaltige Ausrichtung des Finanzmarkts abzielt und nachhaltige Wirtschaftsaktivitäten klassifiziert. Wo digitale Lösungen einen Mehrwert für Umwelt und Klima bieten, sollten diese in die Taxonomie aufgenommen werden, um deren Finanzierung und damit Verbreitung gezielt zu fördern.

4 Förderung der Kooperation zwischen KMU und Start-ups

Innovation und Digitalisierung gelten als entscheidende Handlungsfelder zur Stärkung der Wettbewerbs- und Zukunftsfähigkeit deutscher KMU (Wrobel et al., 2017, S. 13f.). Wie in den vorangegangenen Kapiteln gezeigt wurde, weisen KMU laut aktuellen Forschungsstudien im Durchschnitt einen geringen Digitalisierungsgrad auf. Eine Möglichkeit die digitale Transformation zu beschleunigen liegt in der verstärkten Zusammenarbeit von traditionellen KMU mit innovativen digitalen Start-ups (Wrobel et al., 2017, S. 27). Letztere sind Vorreiter bei Entwicklung und dem Einsatz digitaler Schlüsseltechnologien wie KI, IoT und Blockchain (Kollmann et al., 2021, S. 30). Zudem werden gemäß aktuellen Erkenntnissen aus der Innovationsforschung rund zwei Drittel aller neuartigen und nachhaltigen Marktangebote von Start-ups eingeführt. Start-ups sind folglich nicht nur entscheidend für die Transformation hin zu einer digitalen, sondern auch zu einer nachhaltigen Wirtschaft (Borderstep Institut, 2021). Traditionelle KMU, die seit Jahren eine rückläufige Innovationskraft aufweisen, können von diesen innovativen „grün-digitalen“ Start-ups profitieren, z.B. um innovative (nachhaltige) Geschäftsmodelle zu entwickeln oder bestehende

²⁶ Gesetz über die unternehmerischen Sorgfaltspflichten in Lieferketten. Verfügbar unter: [https://www.bgbl.de/xaver/bgbl/start.xav?startbk=Bundesanzeiger_BGBI&start=//*\[@attr_id=%27bgbl121s2959.pdf%27\]#_bgbl_%2F%2F%5B%40attr_id%3D%27bgbl121s2959.pdf%27%5D_1635348792376](https://www.bgbl.de/xaver/bgbl/start.xav?startbk=Bundesanzeiger_BGBI&start=//*[@attr_id=%27bgbl121s2959.pdf%27]#_bgbl_%2F%2F%5B%40attr_id%3D%27bgbl121s2959.pdf%27%5D_1635348792376), zuletzt abgerufen am 27.10.2021

²⁷ Gesetz zur Stärkung der nichtfinanziellen Berichterstattung der Unternehmen in ihren Lage- und Konzernlageberichten (CSR-Richtlinie-Umsetzungsgesetz). Verfügbar unter: [https://www.bgbl.de/xaver/bgbl/start.xav?startbk=Bundesanzeiger_BGBI&start=//*\[@attr_id=%27bgbl117s0802.pdf%27\]#_bgbl_%2F%2F%5B%40attr_id%3D%27bgbl117s0802.pdf%27%5D_1635348875350](https://www.bgbl.de/xaver/bgbl/start.xav?startbk=Bundesanzeiger_BGBI&start=//*[@attr_id=%27bgbl117s0802.pdf%27]#_bgbl_%2F%2F%5B%40attr_id%3D%27bgbl117s0802.pdf%27%5D_1635348875350), zuletzt abgerufen am 27.10.2021

²⁸ Verordnung (EU) 2020/852 des Europäischen Parlaments und des Rates vom Juni 2020 über die Einrichtung eines Rahmens zur Erleichterung nachhaltiger Investitionen und zur Änderung der Verordnung (EU) 2019/2088. Verfügbar unter: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2020/852/oj?locale=de>, zuletzt abgerufen am 27.10.2021

Geschäftsmodelle mit innovativen Produkten und Dienstleistungen zu erweitern (KfW, 2021; Röhl & Engels, 2021, S. 381). Zum anderen, so Klaus Wiesen, Geschäftsführer und Gründer von sustainabill - einem Start-up für digitale Lösungen zur Transparenz in Lieferketten - sind oft nicht die großen Konzerne, sondern inhabergeführte Unternehmen wie VAUDE die „sustainable leader“.

Da die Kooperation von KMU und explizit ökologisch motivierten Start-ups bisher kaum Gegenstand wissenschaftlicher Untersuchungen ist, wurde Literatur zur Zusammenarbeit von KMU und (digitalen) Start-ups als Grundlage herangezogen.

4.1 Status quo

Fast 70 % der befragten Familienunternehmen beschreiben die Zusammenarbeit mit Start-ups als zufriedenstellend oder sehr zufriedenstellend (Löher et al., 2018, S. 15). Trotz dieser positiven Einschätzung gelten deutsche KMU als zögerlich, wenn es überhaupt erstmal darum geht, sich auf die Kooperation mit einem Start-up einzulassen. Und dies obwohl sie laut eigenen Angaben offen dafür sind. So geben rund 70 % der KMU an, sich vorstellen zu können, zukünftig mit Start-ups zusammenzuarbeiten, aber nur ein Viertel der mittelgroßen KMU setzt dies z.B. in Form von Innovationspartnerschaften auch in die Praxis um (Wrobel et al., 2017, S. 27f.). Gemäß einer aktuellen repräsentativen Studie des RKW Kompetenzzentrums²⁹ arbeiten mehr als ein Drittel (36 %) der befragten KMU mit Start-ups zusammen, ein Wert, der seit 2017 weitgehend stabil ist beziehungsweise sogar leicht abgenommen hat³⁰ (Deschauer et al., 2021, S. 16). Umgekehrt bewerten auch deutsche Start-ups die Möglichkeiten der Zusammenarbeit mit etablierten Unternehmen häufig als schlecht oder sogar sehr schlecht. Dies spiegelt sich laut dem aktuellen Deutschen Start-up Monitor (DSM) im Anteil der Kooperationen mit etablierten Unternehmen unter den befragten Start-ups wider, der im Vergleich zum Vorjahr um rund 6,5 Prozentpunkte gesunken ist (Kollmann et al., 2021, S. 46f.).

Eine Analyse der Ergebnisse einer von der Deutschen Bank AG und dem Bundesverband der Deutschen Industrie (BDI) e. V. in Auftrag gegebenen Studie³¹ von 248 Familienunternehmen aus dem Jahr 2018 kommt zu dem Ergebnis, dass digitale³² Familienunternehmen eher mit Start-ups zusammenarbeiten als nicht-digitale, und dass internationale Tätigkeit und Unternehmensgröße mit einer höheren Wahrscheinlichkeit der Zusammenarbeit mit Start-ups verbunden sind (Röhl & Engels, 2021, S. 384f.). Klaus Wiesen von sustainabill bestätigt im Interview, dass digitalisierte KMU ein Erfolgsfaktor für Kooperationen seien, da andernfalls digitale Prozesse in KMU erst einmal eingeführt werden müssten, was die Schwelle für die Zusammenarbeit erhöhen würde. Wrobel et al. bestätigen, dass mehr Partnerschaften gepflegt werden, je größer das KMU ist, und es wahrscheinlicher für KMU ist mit anderen zu kooperieren, je besser ihre Geschäftslage ist (Wrobel et. al, 2017, S.28.). Auch Deschauer et al. kommen zu dem Ergebnis, dass es eine positive

²⁹ Studie: Der Erhebungszeitraum war Dezember 2020 bis Januar 2021 mit insgesamt 250 KMU und Start-ups. Die befragten Branchen waren innovationsgetrieben mit 41 % aus dem Maschinen- und Fahrzeugbau, 30 % aus der IKT und 29 % aus der Chemie und Pharmazie.

³⁰ Die Daten der KMU, die mit Start-ups zusammenarbeiten, liegen für 2017 bei 37 % und für 2018 bei 38 %.

³¹ Studie: Die Befragung von insgesamt 248 Familienunternehmen (max. drei Familien halten 50 % der Anteile im Unternehmen) fand vom 19. März bis 3. Mai 2018 statt und verteilt sich auf die Branchen Industrie (66,2 %), Handel (23,2 %) und Dienstleistungen (10,6 %). Um als „großes“ Unternehmen zu gelten, musste es in mindestens einem der Jahre 2011 bis 2014 einen Jahresumsatz von 50 Millionen Euro oder mehr erwirtschaften.

³² In der Studie wird ein Unternehmen als digital bezeichnet, wenn es „digital reif“ ist. Ein Unternehmen wird als digital reif eingestuft, sofern es die Frage „Wie sehen Sie Ihr Unternehmen im Prozess der zunehmenden Digitalisierung aufgestellt?“ mit (gut oder sehr gut) beantwortet.

Korrelation zwischen der zunehmenden Größe von KMU und Entwicklungspartnerschaften mit Start-ups gibt (Deschauer et al., 2021, S. 19).

Während die Zusammenarbeit zwischen Start-ups und großen etablierten Unternehmen als extensiv untersucht gilt, gibt es deutlich weniger Publikationen, die sich explizit mit der Zusammenarbeit von Start-ups und deutschen KMU beschäftigen. Umfassende allgemeine Überblicksstudien zur Zusammenarbeit von KMU mit ökologisch motivierten („grünen“) Start-ups konnten nicht ermittelt werden. Ausnahmen sind z.B. Potenzialstudien, wie die des Umweltclusters Bayern, die Start-ups als Innovationstreiber für KMU der Umwelt- und Chemiebranche eruieren oder der Green Start-up Monitor (GSM) (Kühn & Jantz-Klinkner, 2018; Fichter & Olteanu, 2021). Seit 2019 gibt es den GSM, der sich konkret mit der Situation grüner³³ Start-ups in Deutschland, ihrer Entwicklung, ihren Bedürfnissen und Herausforderungen beschäftigt und Handlungsempfehlungen ableitet. Allerdings adressiert der GSM die Kooperation mit KMU nur am Rande. Lediglich die Erkenntnis, dass sich mehr als ein Viertel der grünen Start-ups einen Ausbau von Programmen zum besseren Austausch mit etablierten Unternehmen wünscht und dieser Wunsch im Vergleich zum Vorjahr gestiegen ist, wird in diesem Zusammenhang erwähnt (Fichter & Olteanu, 2021, S. 28ff.).

Aus dem Deutschen Start-up Monitor (DSM) ist ersichtlich, dass sich 2021 rund 43 % der befragten Start-ups mit ihren Produkten und Dienstleistungen der Green Economy zuordnen und damit der Aussage zustimmen, dass sie durch ihr Geschäftsmodell einen gezielten Beitrag zum Umwelt-, Klima- und Ressourcenschutz leisten. Gegenüber dem Vorjahr (43,4 %) ist zwar eine Stagnation beziehungsweise ein leichter Rückgang zu verzeichnen. Dies könnte einerseits damit zusammenhängen, dass sich das Thema ökologische Nachhaltigkeit im Startup-Ökosystem bereits etabliert hat und Start-ups sich seltener als Teil der Green Economy klassifizieren, andererseits aber auch mit den Auswirkungen der COVID-19-Pandemie, die den allgemeinen Geschäftsbetrieb weltweit zum Erliegen brachte und auch Start-ups erheblich beeinträchtigte (Kollmann et al., 2021, S. 31). Ein Indiz für die pandemiebedingte Stagnation ist die Tatsache, dass der Anteil der Start-ups, die sich selbst der Green Economy zuordnen, von 2019 (36,6 %) auf 2020 noch einen deutlichen Anstieg um fast sieben Prozentpunkte verzeichnen konnte (Kollmann et al., 2020, S. 41).

Die Bedeutung der ökologischen Ausrichtung der Start-ups zeigt sich auch bei der Betrachtung prioritärer Aspekte in der Unternehmensstrategie, bei denen die ökologischen und sozialen Auswirkungen mit 76,0 % (eher bzw. sehr wichtig) gleich nach der Rentabilität (81,9 %) rangieren. Darüber hinaus sieht die Mehrheit der Start-ups Nachhaltigkeit, wirtschaftlichen Erfolg und anspruchsvolle Wachstumsziele als kompatible Unternehmensstrategien, die sich nicht gegenseitig ausschließen müssen (Kollmann et al., 2021, S. 32).

4.2 Kooperationsmodelle

Es findet häufig Erwähnung, dass zwei Welten aufeinanderprallen, wenn traditionelle KMU und innovative Start-ups aufeinandertreffen und kollaborieren³⁴ wollen (Wrobel et al., 2017, S. 11). Das jeweilige Kollaborationsmodell hängt von der konkreten Zielsetzung der Zusammenarbeit ab, wobei

³³ Start-ups werden als „grün“ bezeichnet, wenn sie der Green Economy zuzuordnen sind, eine strategisch-nachhaltige Ausrichtung haben und diese Strategie bereits in den KPIs umgesetzt wurde.

³⁴ Die Begriffe Kooperation und Kollaboration wurden analog zur jeweiligen Quelle beibehalten. Diese Begriffe werden häufig austauschbar verwendet, obwohl Kollaboration einen stärker gemeinschaftlichen Prozess der Zusammenarbeit darstellt. „Kollaboration und Kooperation sind zwei Enden eines Spektrums, auf dem sich weitere Arten der Zusammenarbeit und Zwischenformen aus beidem befinden“ (Ambivation, 2021). Für eine genauere Erläuterung: <https://ambivation.com/de/2021/03/11/startup-kollaboration/>

gegenseitiges Vertrauen auf Basis persönlicher Beziehungen und klassische Win-Win-Strategien die Basis für eine langfristige Zusammenarbeit bilden (Wrobel et al., 2017, S. 3).

Die Suche nach einem geeigneten Kooperationspartner verläuft sowohl auf Seiten der KMU, aber auch auf Seiten der Start-ups in der Regel nicht systematisch (Mercandetti et al., 2017, S. 26). Stand 2017 kommen Wrobel et al. zu dem Schluss, dass es noch an hinreichend effektiven Matchmaking-Plattformen und Begegnungsräumen zwischen KMU und Start-ups fehlt (Wrobel et al., 2017, S. 89).

Die Studie des Instituts für Mittelstandsforschung (IfM) zu Familienunternehmen in Deutschland zeigt ein ähnliches Bild bei der Kontaktaufnahme. Auch hier wird jede zweite Kooperation über Empfehlungen aus dem eigenen Netzwerk (z.B. Mitarbeitende, Bekannte, Geschäftspartner) eingegangen (52,4%) oder durch eigene Recherche (z.B. Internet, Social Media, Zeitschriften) initiiert (46,8%). 31,5 % der kooperierenden Familienunternehmen wurden gezielt durch das Start-up angesprochen; 21,8 % der Kontaktaufnahme findet durch Messen oder Veranstaltungen statt. Jannik Bartels von der mittelständischen KMU Assmann Büromöbel GmbH & Co. KG bestätigt im Experteninterview, dass der Kontakt zu Start-ups hauptsächlich über persönliche Empfehlungen erfolge und der erste Kontakt mit dem Kooperationspartner Halocline auf einer Messe über die Muttergesellschaft stattgefunden habe. Das Unternehmen habe nicht explizit nach einem Planungstool Ausschau gehalten, sondern sei durch Zufall auf der Messe darauf aufmerksam geworden. Daraus lässt sich ableiten, dass z.B. Matchmaking-Plattformen und ähnliche Kooperationsformate oft nicht ausreichend im Alltagsgeschäft von KMU unterkommen, da diese z.B. keine Anlaufstellen für den Vertriebs- oder Einkaufsbereich darstellen. Institutionelle Träger (z.B. Hochschulen, Forschungsinstitute und Branchenverbände, Kammern) sind von untergeordneter Bedeutung (20,2 % und 17,7 %). Spezifische Internetplattformen, die den Pool an potenziellen Kooperationspartnern offenlegen und transparent gestalten, werden dagegen sehr wenig genutzt (7,3 %) (Löher et al., 2018, S. 11).

Auf Seiten der Start-ups wird ähnlich berichtet. Laut einer Untersuchung³⁵ in der Schweiz ist es für 40 % der Start-ups schwierig einen Kollaborationspartner zu finden. Die überwiegende Mehrheit von ihnen findet KMU-Kollaborationspartner über Empfehlungen im eigenen Netzwerk (73 %), gefolgt von Wirtschaftsmessen (13 %), Anzeigen in Wirtschaftszeitschriften (7 %) und systematischen Suchprojekten (7 %) (Mercandetti et al., 2017, S. 26).

Bei den eingegangenen Kooperationsformen zwischen KMU und Start-ups handelt es sich vorrangig um intensive, innovationsorientierte Entwicklungspartnerschaften, welche neue Geschäftsmodelle vorantreiben und somit neue Produkte und Dienstleistungen auf den Markt bringen sollen (55 %). Mit etwas Abstand folgen klassische Kundenbeziehungen zwischen Unternehmen im Bereich Einkauf (49 %) sowie im Zulieferverhältnis (48 %) von Produkten und Dienstleistungen, die zumeist in das bestehende Geschäftsmodell integriert werden sollen. Weniger verbreitet sind lose Kooperationen (40 %) – allerdings fungieren diese oft als Vorstufe zu einer Entwicklungspartnerschaft. Mit 19 % sind Vertriebspartnerschaften am seltensten (Deschauer et al., 2021, S. 18). Die IfM-Studie berichtet, dass die häufigsten Formen der Zusammenarbeit zwischen KMU und Start-ups projektbezogen sind, gefolgt von einer Kunden-Lieferanten-Beziehung. Intensivere Formen der Zusammenarbeit wie Joint Ventures, Minderheitsbeteiligungen an Start-ups oder Start-up-Akquisitionen sowie Inkubator- oder Akzelerator-Programme werden fast ausschließlich von Großunternehmen betrieben (Löher et al., 2018, S. 8f.). Doch auch hier gibt es Pionierarbeit; z.B. wird im Experteninterview von Jonas Verhoelen, Senior IT-Consultant bei der

³⁵ Die Zahlen sind mit Vorsicht zu betrachten, da es sich nur um n=28 befragte Start-ups handelt.

Codecentric AG, berichtet, dass es eine eigene Innovations- und Start-up-Inkubator-Einheit namens necct gibt, die auch ökologisch motivierte Start-ups fördert, um „mehr Wirkung“ und neue, nachhaltig motivierte Ertragsquellen zu erschließen.

Laut Wrobel et al. können sieben verschiedene Modelle der Kollaboration zwischen KMU und Start-ups unterschieden werden, die in unterschiedlichen Phasen angesiedelt sein können. Diese Modelle mit den dazugehörigen Phasen werden in erster Linie aus der Perspektive der Start-ups betrachtet und lassen sich dem sogenannten „Learn, Match, Partner Trichtermodell“ zuordnen (Anhang III) (Wrobel et al., 2017, S. 36ff.). Da im Rahmen der Desktop-Recherche kein vergleichbar strukturierendes Modell aus KMU-Perspektive ermittelt werden konnte, wird hier auf das Kollaborationsmodell von Wrobel et al. (2017) zurückgegriffen.

Die Learn-Phase umfasst zeitlich begrenzte, eher kurzfristige Aktivitäten, bei denen sich KMU und Start-ups kennenlernen können, um ein Verständnis für die Arbeitsweise und die Grundprinzipien der jeweils anderen Seite zu entwickeln. Hierzu zählen themenbezogene Veranstaltungen und Konferenzen, wie auch Meetups, Hackathons, Workshops und (Pitch-)Wettbewerbe. Meist sind die etablierten Unternehmen hier diejenigen, die den Kontakt zu den Start-ups suchen.

Die Matching-Phase umfasst Aktivitäten, die auf eine kurz- bis mittelfristige Zusammenarbeit ausgerichtet sind. Hier wird im Rahmen einer intensiveren Zusammenarbeit zu Testzwecken versucht, ein gegenseitiges Übereinkommen (Match) für eine langfristige Partnerschaft zu erlangen und idealerweise in eine solche überzugehen. Die Matching-Phase beinhaltet Kollaborationsmodelle, wie z.B. gemeinsame Pilotprojekte, Innovationslabore oder Inkubatoren.

In der Partner-Phase geht es schließlich um mittel- bis langfristige Kollaborationsmodelle, die, wie zuvor beschrieben, vorrangig von KMU angestrebt werden. Dazu gehören strategische Allianzen wie Entwicklungspartnerschaften und gemeinsame Innovationsprojekte, Kunden-Lieferanten-Beziehungen bis hin zu Joint Ventures und Investitionen. Akquisitionen und Fusionen wären in der so genannten Own-Phase angesiedelt, auf die jedoch nicht näher eingegangen werden soll, da sie keine Zusammenarbeit darstellt (Wrobel et al., 2017, S. 37).

Im Folgenden werden in Anlehnung an Wrobel et al. (2017) verschiedene für KMU interessante Kollaborationsmodelle sowie ihre Vor- und Nachteile dargestellt.

Tabelle 2: Kollaborationsmodelle und ihre Vor- und Nachteile

Kollaborationsmodell	Kategorien	Vorteile	Nachteile	Beispiel
Temporäre Aktivitäten	<ul style="list-style-type: none"> • (Netzwerk-) Veranstaltungen, Messen, Konferenzen & Meetups • Workshops & Trainings • Wettbewerbe (z.B. Pitch- oder Businessplan) • Innovation Camps 	<ul style="list-style-type: none"> • Fördert erstes gegenseitiges Kennenlernen • Unverbindlich • Aneignung von Grundwissen 	<ul style="list-style-type: none"> • Start-up-orientiert • Für KMU schwer zugänglich, da Angebote meist in Ballungszentren und personelle Ressourcen dafür fehlen • Fehlende personelle und finanzielle Ressourcen, um relevante Veranstaltungen aus breitem 	<ul style="list-style-type: none"> • Veranstaltungen regionaler Wirtschaftsförderung, z.B. Technologietransfer-Kongress 2021 • Veranstaltungen der IHK • Veranstaltungen der Industrieverbände • Hinterland of Things (Messe für den Mittelstand) • StartupCon

Kollaborationsmodell	Kategorien	Vorteile	Nachteile	Beispiel
			Angebot zu selektieren	
Programme und Hilfeleistungen	<ul style="list-style-type: none"> • Unterstützung beim Unternehmensaufbau • Mentoring & Servicedienstleistungen • Kostenlose Produkte • Start-up-Programme und Plattformen • Scouting- und Matching-Unterstützung 	<ul style="list-style-type: none"> • Beratung • Identifikation von passenden Kollaborations-/Kooperationspartnern • Vergünstigte/kostenlose Produkte oder Serviceleistungen auf Seiten der KMU um Start-ups als Kunden zu gewinnen oder zu kooperieren 	<ul style="list-style-type: none"> • Programme nicht sichtbar/präsent genug • Ungewissheit nach Ablauf von Hilfeleistungen • Barrieren und formeller Aufwand beim Zugriff auf Förderprogramme & Co. 	<ul style="list-style-type: none"> • Kompetenzzentren des Mittelstand Digital • Digital Hub Initiative • RKW-Kompetenzzentrum: Zentrale Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM) • Hochschulen und Forschungsinstitute • Matching-Plattformen, wie z.B. Ambivation • Förderprogramme
Geteilte Infrastruktur	<ul style="list-style-type: none"> • Büro- und Arbeitsflächen • Co-Working Spaces • Innovation Labs 	<ul style="list-style-type: none"> • Geteilte Ressourcen • Begegnungsstätte • Unternehmenseigene Innovationsprozesse durch gezielte Einbindung von Start-ups und anderen Experten gefördert 	<ul style="list-style-type: none"> • Für KMU schwer zugänglich, da Angebote meist in Ballungszentren • Gefahr, dass Veränderungen nur oberflächlich stattfinden (moderne Räumlichkeiten statt echter Transformation) 	<ul style="list-style-type: none"> • CoWorkLand³⁶ • Thinkfarm Eberswalde³⁷
Brutkästen	<ul style="list-style-type: none"> • Acceleratoren • Inkubatoren • Company Builder 	<ul style="list-style-type: none"> • Etablierte KMU initiieren bzw. unterstützen Gründungs- und Wachstumsprozesse von Start-ups • Coaching, Mentoring, Fachexpertise 	<ul style="list-style-type: none"> • Start-up-orientiert • Herausforderung der langfristigen Einbindung ins Alltagsgeschäft 	<ul style="list-style-type: none"> • Innovations- und Startup-Inkubator-Einheit von Codecentric (necct)
Interne Innovation	<ul style="list-style-type: none"> • Spin-Offs • Intrapreneurship 	<ul style="list-style-type: none"> • Eigenständige Organisationseinheit • Hohe Lernkurven durch nahe Zusammenarbeit zwischen bspw. Mutterunternehmen und Spin-Off • Unkomplizierte Umverteilung von 	<ul style="list-style-type: none"> • Start-up-orientiert • Hohes Commitment seitens des KMU notwendig 	<ul style="list-style-type: none"> • Schmiede.One (Innovationslabor des Mittelständlers „Grimme Landmaschinenfabrik“)

³⁶ Hierbei handelt es sich um PopUP-Co-Working Spaces in unterschiedlichen Regionen mit dem Ziel neue, produktive Netzwerke zwischen Wissensarbeitern, Handwerkern, Landwirten und anderen Selbständigen auf dem Land zu etablieren: <https://coworkland.de/de>

³⁷ Co-Working Space auf dem Land als agile Schnittstelle zwischen Stadt und Land: <https://thinkfarm-eberswalde.de/angebote/>

Kollaborationsmodell	Kategorien	Vorteile	Nachteile	Beispiel
		Ressourcen/ weniger Formalitäten		
Partnerschaften	<ul style="list-style-type: none"> • Kunden-Lieferanten-Beziehungen • Co-Innovationen • Lizenzkooperationen • Co-Creation • Co-Marketing • Strategische Allianzen • Joint Ventures 	<ul style="list-style-type: none"> • KMU und Start-ups ergänzen sich • Innovative Geschäfts- und Produkt-Entwicklung 	<ul style="list-style-type: none"> • Abhängigkeit • Erhöhtes finanzielles Risiko auf Seiten der KMU beim Scheitern 	<ul style="list-style-type: none"> • Kooperation BEULCO GmbH (KMU) & Co. KG und PHYSEC GmbH (Startup) • Kooperation Satherm GmbH (KMU) mit natif.ai (Startup) • Kooperation Heinz Vorwerk GmbH (KMU) und Clockin GmbH (Startup)
Investitionen & Akquisitionen	<ul style="list-style-type: none"> • Früh- und Spätphasen Investitionen • Start-up-Unternehmensfonds • Acqui-Hiring • Akquisitionen • Fusionen 	<ul style="list-style-type: none"> • Risikoreich 	<ul style="list-style-type: none"> • Eher relevant für große Unternehmen 	

Quelle: eigene Darstellung, in Anlehnung an Wrobel et al. (2017)

4.3 Motive und Hemmnisse bei der Kooperation zwischen KMU und Start-ups

In einer Gesamtschau kommen Wrobel et al. zu dem Ergebnis, dass die Motivation für die Kooperation von KMU und Start-ups in erster Linie in der Stärkung und Verbesserung der eigenen Position im Markt- und Wettbewerbsumfeld liegt (Wrobel et al. 2017, S.19). Die Mehrheit der Studien kommt zudem zu der Feststellung, dass Start-ups vornehmlich mit etablierten KMU beziehungsweise Kooperationspartnern zusammenarbeiten, um am Markt Fuß zu fassen und ihr Wachstum zu beschleunigen. So fehlt es Start-ups zu Beginn ihrer Geschäftstätigkeiten häufig noch an Erfolgsnachweisen, und sie verfügen im Vergleich zu etablierten KMU über begrenzte finanzielle Ressourcen und einen beschränkteren Marktzugang. Etablierte KMU bieten als Kooperationspartner Zugang zu ebendiesen Ressourcen, die das Start-up benötigt, um das Wachstum voranzutreiben. Als besonders attraktiv für Start-ups gelten der Zugang zu Markt- und Branchenwissen, zu bereits bestehender Infrastruktur und zu neuen Vertriebskanälen bzw. Kund:innen, der Zugang zu neuen Netzwerken, aber auch eine Stärkung der Reputation. Auch der Know-How-Transfer über die Herausforderungen in der Aufbau- und Wachstumsphase sowie über die Führung eines Unternehmens sind ausschlaggebend. Ebenso wie die finanzielle Absicherung durch Zugang zu Ressourcen, Kostenteilung oder eventuell sogar Investitionen (Larbig et al., 2017; Mercandetti et al., 2017, S. 26; Wrobel et al., 2017, S. 20f.; Löher et al., 2018, S. 10; Kollmann et al., 2021, S. 47).

Auf der anderen Seite wird das noch ausbaufähige Kooperationspotenzial zwischen KMU und Start-ups maßgeblich auf unzureichend bestehende Kontaktmöglichkeiten zurückgeführt. Der Kontakt zwischen KMU und Start-ups erfolgt häufig wenig strategisch und unkoordiniert, z.B. über berufliche Netzwerke auf persönlicher Ebene oder durch zufällige Begegnungen auf Veranstaltungen (Wrobel

et al., 2017, S. 37; Deschauer et al., 2021, S. 12.). Auch die Diskrepanz in der geografischen Verteilung erschwert die Zusammenarbeit zwischen KMU und Start-ups, da erstere eher über das ganze Land verteilt sind, während letztere überwiegend in urbanen Zentren verwurzelt sind (Röhl & Engels, 2021, S. 383f.). Darüber hinaus suchen KMU oft nur dann eine Zusammenarbeit, wenn eine spezifische Kundenanfrage sie über ihren eigenen Fachbereich hinausführt, während Start-ups Kooperationen als integralen Bestandteil ihrer Strategie betrachten. In der Praxis sind dann auch Kooperationen zwischen Start-ups und größeren Unternehmen wahrscheinlicher als zwischen Start-ups und KMU (Mercandetti et al., 2017, S. 27).

Da der Fokus dieser Studie auf den mittelständischen Unternehmen liegt, werden die wesentlichen Beweggründe und Hemmnisse für die Kooperation mit Start-ups auf Seiten der KMU im folgenden Kapitel ausführlicher erläutert.

4.3.1 Motive von KMU für die Kooperation mit Start-ups

Zugang zu innovativen Technologien

Im Allgemeinen treibt die Bewältigung von Anforderungen, die außerhalb der eigenen Kernkompetenzen liegen, KMU zur Zusammenarbeit mit Start-ups an (Deschauer et al., 2021, S. 21). Innerhalb dessen gilt der Zugang zu neuen Technologien als ein wichtiges Ziel (Wrobel et al., 2017, S. 41; BMWi, 2021, S. 5; Röhl & Engels, 2021, S. 382; Deschauer et al., 2021, S. 21). Beispielsweise geben laut der IfM-Studie 54 % der befragten Familienunternehmen (n=126) die Erschließung neuer Technologien durch den Zugang zum technologischen Know-how der Start-ups als wichtigstes Motiv an (Löher et al., 2018, S. 10). Je umsatz- und beschäftigungsstärker das KMU ist und je positiver es seine Lage und Exportentwicklung einschätzt, desto häufiger wird auch die Entwicklung neuer Technologien durch Kooperationen als Motiv genannt (Röhl & Engels, 2021, S. 385).

Was das in der Praxis bedeutet, beschreibt Christian Schiller, Gründer und Geschäftsführer der cirplus GmbH. Cirplus hat einen digitalen B2B-Marktplatz für zirkuläre Kunststoffabfälle etabliert und kooperiert vor allem mit KMU, wie z.B. Entsorgern, Recyclingunternehmen oder Kunststoff-Verarbeitern als Nutzer der cirplus Plattform. Der Markt für Kunststoffrezyklate ist stark fragmentiert und intransparent, so dass bisherige Alternativen für den Handel von Rezyklaten noch auf nicht-digitalen Einkaufs- und Vertriebsmethoden basieren. Die Plattform vereinfacht diese größtenteils offline getätigten Transaktionen und ermöglicht es KMU, ihre Vertriebs- oder Einkaufsprozess zu digitalisieren und damit effizienter zu gestalten. Gefragt, was die Kooperation mit KMU im Sinne einer ökologisch nachhaltigen Digitalisierung verbessern könnte, wird zunächst darauf verwiesen, dass der öffentliche Druck und die Regulierung die Wettbewerbsbedingungen zwischen Neuware und Recyclingmaterial weiterhin nivellieren und somit Anreize für den Umstieg auf Recyclingmaterial geschaffen werden müssen. Darüber hinaus müsse die KMU-Kunststoffindustrie im Digitalisierungsprozess unterstützt werden, um die Schwelle zur Nutzung digitaler Angebote und Plattformen wie cirplus zu senken.

Digitalisierung

Eng verbunden mit dem Zugang zu neuen Technologien ist der Wunsch der KMU, ihren Digitalisierungsgrad durch Kooperationen zu steigern. Die Gestaltung der Digitalisierung wird laut der IfM-Studie mit 50,8 % als zweitwichtigster Grund für die Zusammenarbeit mit Start-ups gesehen

(Löher et al., 2018, S. 10). KMU sind besonders an digitalen Lösungen interessiert, die ihnen helfen, den Verwaltungsaufwand im Unternehmen zu reduzieren und den digitalen Reifegrad insgesamt zu erhöhen (BMW, 2021, S. 24).

Innovative Geschäftsmodelle, Produkte und Dienstleistungen

In der aktuellen Studie des RKW Kompetenzzentrums zu Kooperationen zwischen KMU und Start-ups geben 66% der befragten KMU die Entwicklung einer Innovation als Hauptgrund für die Zusammenarbeit mit Start-ups an (Deschauer et al., 2021, S. 21). Dabei gilt es zu berücksichtigen, dass die befragten Unternehmen aus Branchen³⁸ mit ausgeprägter Innovationsorientierung stammen. Da insbesondere kleine und mittlere Unternehmen aufgrund begrenzter finanzieller, personeller Ressourcen und Kompetenzen oftmals über keine eigene Forschungs- und Entwicklungsabteilung (FuE) für Innovationsprozesse verfügen, ist die Zusammenarbeit mit Start-ups aus Kosten- und Risikoperspektive attraktiv (Mercandetti et al., 2017, S. 24f.).

Produkt- und Dienstleistungsinnovationen werden knapp nach dem Zugang zu Technologien und der Digitalisierung als zentrale Motive für die Zusammenarbeit mit Start-ups genannt (Löher et al., 2018, S. 10; Röhl & Engels, 2021, S. 385; BMW, 2021, S. 6). Etwas seltener wird die Entwicklung neuer Geschäftsmodelle genannt, aber im Durchschnitt immer noch von etwa jedem zweiten KMU (Deschauer et al., 2021, S. 21; BMW, 2021, S. 6). Die Verbesserung bestehender Produktionsprozesse spielt eher eine untergeordnete Rolle und wird nur von jedem Fünften als Kooperationsmotiv angegeben (Löher et al., 2018, S. 10).

Erschließung neuer Märkte

Die Zusammenarbeit mit Start-ups soll insbesondere den Eintritt in neue Märkte ermöglichen, aber auch die Wettbewerbsfähigkeit in bestehenden Märkten sichern. Dabei spielt auch die Optimierung bestehender Prozesse in Marketing und Vertrieb zur Umsatzsteigerung eine – wenn auch eher untergeordnete – Rolle (Wrobel et al., 2017, S. 20; Löher et al., 2018, S. 10; Röhl & Engels, 2021, S. 385; Deschauer et al., 2021, S. 21).

Organisation und Personal

Auch in Bezug auf die Arbeitskultur und die Kompetenzen der Mitarbeitenden sehen KMU Potenziale in der Zusammenarbeit mit Start-ups. Laut der IfM-Studie erhoffen sich 26,2 % der befragten Familienunternehmen Zugang zu talentierten Fachkräften, und 16,7 % erhoffen sich durch Kulturtransfer und Inspiration Impulse für neue Geschäftsmodelle (Löher et al., 2018, S. 10; BMW, 2021, S. 5). 25 % der befragten KMU hoffen wiederum, durch Kooperationen mit Start-ups neue kompetente Mitarbeitende kennenzulernen, wobei sich dieser Wunsch im Vergleich zu 2018 halbiert hat und damit an Bedeutung verliert (Deschauer et al., 2021, S. 21). Nichtsdestotrotz ist die Förderung des unternehmerischen Denkens im eigenen KMU durch Inspiration bei der Gestaltung von Organisation, Unternehmenskultur und Personal oder durch Attraktivitätssteigerung durch neue potenzielle Mitarbeitende aus der Start-up-Szene ein nicht zu vernachlässigendes Motiv für die Zusammenarbeit mit Start-ups (Wrobel et al., 2017, S. 20).

³⁸ Branchenverteilung der 250 befragten KMU und Start-ups: 41 % aus dem Maschinen- und Fahrzeugbau, 30 % aus der IKT-Branche und 29 % aus der Chemie- und Pharmabranche (Deschauer et al., 2021, S. 5).

Finanzierung und Investition

Die Investition in oder die Übernahme von Start-ups aus finanziellen oder strategischen Motiven spielt für klassische KMU kaum eine Rolle. So geben in der Studie des RKW Kompetenzzentrums nur 17% der KMU das Motiv einer Investitionsmöglichkeit in ein Start-up an. Auch hier sind als Gründe in erster Linie begrenzte finanzielle Ressourcen anzuführen, aber auch mangelndes Wissen der KMU über Beteiligungsgeschäfte (Wrobel et al., 2017, S. 20; Deschauer et al., 2021, S. 20f.).

4.3.2 Hemmnisse von KMU für die Kooperation mit Start-ups

Unterschiede in der Organisation und Unternehmenskultur

Bei KMU und Start-ups handelt es sich um zwei grundverschiedene Organisationsformen, die strukturell und kulturell bedingt sind (Wrobel et al., 2017, S. 11).

Zwischen KMU und Start-ups ist die fehlende kulturelle Passung („cultural fit“) das am häufigsten genannten Hindernis für eine erfolgreiche Zusammenarbeit. So werden die unterschiedlichen Unternehmenskulturen (48,8 %) von den in der IfM-Studie befragten Familienunternehmen mit Kooperationserfahrung mit deutlichem Abstand als größte Herausforderung wahrgenommen (Löher et al., 2018, S. 14). Unternehmenskulturelle Unterschiede bestehen aufgrund der unterschiedlichen Entwicklungsstadien, in denen sich KMU und Start-ups befinden und die sich unter anderem im Geschäftsablauf, sowie der Markt- und Personalstruktur widerspiegeln (Röhl & Engels, 2021, S. 382). Auch Carl-Ernst Müller (*nachhaltig.digital* Kompetenzplattform) bestätigt im Experteninterview, „dass unterschiedliche Kulturen aufeinandertreffen, unterschiedliche Geschwindigkeiten ausgeglichen werden müssen und unterschiedliche finanzielle Möglichkeiten existieren“.

Charakteristisch für KMU ist, dass sie häufig Familienunternehmen oder inhabergeführte Unternehmen sind, eher traditionelle hierarchische Organisationsstrukturen und Entscheidungsprozesse (Top-down) aufweisen und auf bewährte Geschäftsmodelle setzen. Oft wird eine Null-Fehler-Kultur praktiziert und es besteht eine große Abhängigkeit gegenüber bestehenden Kund:innen (Wrobel et al., 2017, S. 17). Sie sind tendenziell risikoscheuer, nicht nur in finanzieller Hinsicht, sondern auch in Bezug auf Innovationen. Darüber hinaus sind sie oft regional verankert mit einer eher konservativen Mentalität und bevorzugen Kontinuität in Strukturen und Arbeitsweisen. KMU sind überwiegend im langsamen, operativen Geschäft tätig, haben eine langfristige strategische Ausrichtung und durchlaufen längere Entscheidungsprozesse (Röhl & Engels, 2021, S. 381ff.; Larbig et al., 2017).

Im Vergleich dazu ist die Arbeitsweise von Start-ups in erster Linie ergebnis- und handlungsorientiert. Sie werden als modern und experimentierfreudig charakterisiert und arbeiten in kleinen Teams mit flachen Strukturen. Start-ups sind darauf ausgerichtet, schnell auf Veränderungen zu reagieren und sind insbesondere im digitalen Umfeld durch agile Arbeits- und Organisationsformen gekennzeichnet. Sie sind in ihrer Entscheidungsfindung tendenziell flexibel und disruptionsorientiert. Es wird eine offene Fehlerkultur praktiziert bzw. Fehler werden sogar als wichtig erachtet, um aus ihnen zu lernen; es herrscht die sogenannte Fail-Fast-Haltung (Wrobel et al., 2017, S. 28; Röhl & Engels, 2021, S. 381ff.).

Auch die Altersstruktur innerhalb der KMU und den Start-ups unterscheidet sich deutlich und kann aufgrund unterschiedlicher Einstellungen und Verhaltensmuster zu einem Generationenkonflikt führen. Während das Durchschnittsalter in mittelständischen Unternehmen bei 51 Jahren liegt,

setzen sich Start-ups häufig aus Digital Natives zusammen. So liegt das Durchschnittsalter der Start-up-Gründer:innen laut DSM bei 36 Jahren (Wrobel et al., 2017, S. 29; Kollmann et al., 2021, S. 20). Laut Experteninterview sieht Dr. Saskia Dörr neben der Finanzierung, „Gründungspersönlichkeiten und -teams, die zusammenpassen müssen“ als Kern-Herausforderung.

Unterschiedliche Zielsetzungen und mangelndes Vertrauen

Ein weiteres großes Hindernis für die Zusammenarbeit zwischen KMU und Start-ups ist laut IfM-Umfrage die Schwierigkeit, sich auf gemeinsame Ziele zu einigen (Löher et al., 2018, S. 14). Da KMU im Regelfall an längerfristigen Partnerschaften interessiert sind, besteht hier zudem eine Unsicherheit darüber, wie lange das potenzielle Kooperations-Start-up auf dem Markt bestehen wird (Röhl & Engels, 2021, S. 383). Darüber hinaus geben 22,6 % der Familienunternehmen mit Kooperationserfahrung an, dass die Unzuverlässigkeit von Start-ups ein weiteres Hindernis für eine Zusammenarbeit darstellt (Löher et al., 2018, S. 14). Dies wird von Jonas Verhoelen (Codecentric) im Experteninterview bestätigt, der neben dem Abbau von künstlichen Hürden, wie der Bürokratie, „Vertrauen und Vision für ein gemeinsam angestrebtes Ziel“ als wesentlichen Erfolgsfaktor benennt.

Mangelnde Ressourcen und interne Herausforderungen

Aufgrund fehlender personeller und finanzieller Ressourcen gibt es häufig keine explizite Person, die für Fragen der Zusammenarbeit zwischen KMU und Start-ups zuständig ist. Auf Seiten der Start-ups ist der Personalwechsel und veränderte Zuständigkeiten ein großes Hindernis für die Kontaktaufnahme mit KMU. Die fehlenden Strukturen in den KMU werden sowohl von den Start-ups als auch von den KMU als Problem hervorgehoben, um eine Kooperation zur richtigen Zeit und am richtigen Ort anzugehen (Wrobel et al., 2017, S. 24; Mercandetti et al., 2017, S. 28). Im Interview mit Klaus Wiesen (sustainabill) werden die letztgenannten Einschätzungen im Wesentlichen bekräftigt. Hemmnisse für die Zusammenarbeit sieht er vor allem in der hohen finanziellen Anfangsbelastung für KMU und in der fehlenden Definition von Verantwortlichkeiten. Diese Zuständigkeiten sollten im Vorfeld geklärt werden, z.B. wer die Daten auswerte, die Positionen im Einkauf, im CSR-Team, usw. Außerdem fehle es den KMU an den notwendigen Prozessen und dem Know-how, um Kooperationen mit Startups operativ umsetzen zu können.

Rund ein Drittel der Familienunternehmen gibt zudem an, dass Widerstände im eigenen Unternehmen (29,0 %) mögliche Schwierigkeiten bei der Zusammenarbeit mit Start-ups begünstigen (Löher et al., 2018, S. 14). In diesem Zusammenhang spielen eine verschlossene Unternehmenspolitik und auch ein geschlossener Umgang mit Innovationen eine Rolle, der im Gegensatz zu Open Innovation steht (Wrobel et al., 2017, S. 28). Die Risikobereitschaft für Kooperationen aufgrund der Angst vor Zeit- und Geldverlusten ist hoch, da die Vermeidung negativer Auswirkungen auf das Geschäftsergebnis für KMU oberste Priorität hat (Mercandetti et al., 2017, S. 27). Herausforderungen aufgrund von Datenschutz und -sicherheit sind zwar nicht maßgebend, werden aber von Seiten der KMU und Start-ups genannt und dürften im Rahmen von Digitalisierungsprojekten zunehmend an Bedeutung gewinnen. Außerdem spielen Kommunikationsschwierigkeiten und mangelndes Vertrauen in die Start-ups eine Rolle, allerdings eher eine untergeordnete (Löher et al., 2018, S. 14; Wrobel et al., 2017, S. 24)

Ungleiche geografische Verteilung

Auch die ungleichmäßige geografische Verteilung von KMU und Start-ups führt zu Schwierigkeiten bei der Kooperationsanbahnung. Deutsche KMU sind über ganz Deutschland verteilt, wobei sich die Cluster des industriellen Sektors eher in Süd- und Westdeutschland befinden, die zum Teil ländlich geprägt sind. Start-ups hingegen sind vor allem in großen Ballungsräumen wie Berlin, München, der Rhein-Ruhr-Region, Hamburg, Frankfurt, Stuttgart und Karlsruhe angesiedelt. Aktivitäten, die darauf abzielen, Start-ups und KMU zusammenzubringen, wie z. B. Veranstaltungen, Messen, Workshops, die Nutzung von Co-Working-Spaces usw., finden vor allem in Großstädten statt und sind daher für viele KMU nicht zugänglich. So ist die Sichtbarkeit von KMU für Start-ups relativ gering, die dann überwiegend auf die großen Unternehmen für potenzielle Kooperationen treffen (Wrobel et al., 2017, S. 28 Röhl & Engels, 2021, S. 383f.).

4.4 Empfehlungen für eine stärkere Zusammenarbeit von KMU und Start-ups

Wie bereits erwähnt, stagniert der Anteil der kooperierenden KMU in Deutschland trotz der Offenheit gegenüber Start-ups für Kooperationen seit Jahren und liegt bei etwas mehr als einem Drittel (36 %) (Deschauer et al., 2021, S. 16). Gleichzeitig ist der Wunsch nach Kooperationen mit Start-ups durchaus vorhanden und laut der IfM-Studie wünschen sich fast zwei Drittel (63,8 %) der Familienunternehmen öffentliche Maßnahmen, die sie bei der Kontaktaufnahme mit Start-ups unterstützen (Löher et al., 2018, S. 18).

Maßnahmen zum Ausbau der Netzwerke

Bislang sind die bestehenden Netzwerke von KMU und Start-ups die gängigste Form, um miteinander in Kontakt zu treten. Dabei handelt es sich oft um Empfehlungen über mögliche Kooperationspartner seitens der Geschäftspartner, Mitarbeitenden oder Bekannten (Löher et al., 2018, S. 11). Da der Prozess der Kontaktaufnahme in vielen Fällen unstrukturiert verläuft und ein großes Hindernis für Start-ups oft eine klare verantwortliche Kontaktperson für die Zusammenarbeit in KMU ist, könnten so genannte externe Intermediäre eingesetzt werden, die den Kontakt zu KMU und Start-ups pflegen und sich darum bemühen eine passende Besetzung von Kooperationspartnern zu finden (Röhl & Engels, 2021, S. 385).

Des Weiteren könnten sich KMU zu Gemeinschaftsinitiativen zusammenschließen, um aktiv und gebündelt auf Start-ups zuzugehen und so mehr potenzielle Kooperationspartner zu adressieren. Dies würde zum einen die Sichtbarkeit der KMU bei den Start-ups erhöhen, zum anderen könnten Erfahrungen in der Zusammenarbeit ausgetauscht und Kosten gespart werden (Wrobel et al., 2017, S. 3). Dr. Saskia Dörr regt im Experteninterview an, dass KMU sich z.B. auch zur gemeinsamen Bereitstellung von umweltbezogenen Daten zusammenschließen könnten. Diese könnten wiederum von innovativen Start-ups als Quelle für datenbasierte Innovationen genutzt werden und damit ein Ausgangspunkt für Kooperationen sein. Letztlich ginge es bei der Digitalisierung und auch der Kooperationsanbahnung vielfach darum, in KMU vorhandene Daten besser nutzbar zu machen.

Netzwerkveranstaltung sollten weiterhin von lokalen öffentlichen Institutionen und durch die Privatwirtschaft veranstaltet werden, damit KMU und Start-ups die Möglichkeit haben sich kennenzulernen und in Kontakt zu treten (Mercandetti et al., 2017, S. 30). Fast ein Drittel (30,5 %) der kooperierenden Familienunternehmen wünscht sich die Organisation spezieller Netzwerkveranstaltungen (Löher et al., 2018, S. 18). Als Beispiel kann hier der Umweltcluster

Bayern³⁹ angeführt werden, der sich auf den Transfer, die Bildung und Stärkung von Kooperation spezialisiert und die zentrale Aufgabe hat, die Vernetzung von Unternehmen und Forschungseinrichtungen zu fördern und damit den bayerischen Mittelstand zu stärken. Zwar gibt es diese Angebote vor allem in Ballungsräumen, doch angesichts der ungleichmäßigen geografischen Verteilung von KMU und Start-ups sollten solche Veranstaltungen verstärkt auch in ländlichen Gebieten angeboten werden, in denen KMU beheimatet sind. Zudem befürworten Carl-Ernst Müller (*nachhaltig.digital* Kompetenzplattform) und Klaus Wiesen (*sustainabil*) in den Experteninterviews, die Notwendigkeit einer guten und schnellen finanziellen Förderung von Start-ups, die z.B. in einer vergünstigten Teilnahme an Messen bestehen könnte.

Zentrale Anlaufstellen

Im Kontext der Vernetzung wäre eine zentrale Anlaufstelle mit Beratungsfunktion für Kooperationen zwischen KMU und Start-ups eine vielversprechende Hilfestellung. Hier könnten auf Basis gemeinsamer Ziele und Visionen von kompetenten Mitarbeitenden Beratungen zu möglichen Kooperationen entwickelt werden und die Vermittlung von Best-Practice-Materialien erfolgen, die sich immerhin rund ein Drittel der Familienunternehmen wünscht (Löher et al., 2018, S. 18).

Besonders bei der Vernetzung von grünen Start-ups mit KMU besteht eine Lücke. Laut dem aktuellen GSM liegt der Anteil grüner Start-ups am gesamten Start-up-Aufkommen für das Jahr 2020 in Deutschland bei rund 30% (Fichter & Olteanu, 2021, S. 24). Neben besseren Finanzierungsangeboten und der Vereinfachung von Verwaltungsdienstleistungen, wünschen sich 27 % der grünen Start-ups von der Politik Programme für den Austausch mit etablierten Unternehmen und anderen Start-ups. Dieser Wunsch ist im Vergleich zum Vorjahr (2019) um weitere fünf Prozentpunkte gestiegen (Fichter & Olteanu, 2021, S. 29). Hier wird die Förderung eines Netzwerks regionaler „Sustainability Innovation Hubs“ mit Fokus auf Nachhaltigkeit und Green Tech lauter, das u. a. bei der gezielten Anbahnung und dem Matching von KMU und grünen Start-ups unterstützen soll (Fichter & Olteanu, 2021, S. 34). Unter einem Sustainability Hub versteht man „eine zentrale, thematisch abgegrenzte Anlaufstelle im Innovationssystem, die sich gezielt der Lösung von Nachhaltigkeitsherausforderungen und der Erreichung von Nachhaltigkeitszielen widmet“ mit dem Zweck umweltentlastende Produkt- und Dienstleistungsinnovationen zu fördern und deren Verbreitung zu beschleunigen (Fichter et al., 2021, S. 11).

Stärkung der Start-up-Szene

Um eine erfolgreiche Kooperation mit einem Start-up einzugehen, ist es für KMU entscheidend, den richtigen Partner zu finden. Dazu muss zunächst die Grundlage in der Unternehmenslandschaft geschaffen werden, damit sich Start-ups entfalten können. Neben den großen allgemeinen Herausforderungen für Unternehmen, wie Digitalisierung und Nachhaltigkeit, sind fast 40 % der Unternehmen der Meinung, dass Gründungen und die Stärkung von Start-ups für das deutsche Unternehmertum unerlässlich sind. Vor dem Hintergrund, dass mehr als die Hälfte der umweltfreundlichen Produktinnovationen von Start-ups eingeführt werden, erscheint die Stärkung der Start-up-Szene als essentiell, da sie gerade bei radikalen Umweltinnovationen ein Schlüsselakteur sind (Fichter et al., 2021, S. 11). Abgesehen vom Bürokratieabbau und der

³⁹ <https://www.umweltcluster.net/de/>

Verbesserung der Förderung und Finanzierung⁴⁰ als Maßnahmen zur Unterstützung des Unternehmertums, wünschen sich 69 % eine Stärkung der Gründungskultur und des Unternehmergeistes. In diesem Zusammenhang wird unter anderem auf die Entrepreneurship Education oder die Möglichkeit der Start-up-Ausbildung im Rahmen des Studiums hingewiesen (Deschauer et al., 2021, S. 33f.; Röhl & Engels, 2021, S. 385). Auch Karine Rübner (BVDW) nennt im Experteninterview die finanzielle Förderung von Start-ups als interessanten Anreiz, um Zeit für die Weiterbildung von KMU und die Betreuung vor Ort zu organisieren. Zudem müsse die Sichtbarkeit von Start-ups, die Tools für größere Unternehmen (mit)entwickelt haben, größer sein als bisher.

Digitale Infrastruktur

Um Digitalisierungs- und Innovationsprojekte in Zusammenarbeit mit Start-ups erfolgreich durchführen zu können, ist eine ausreichende digitale Infrastruktur erforderlich. So erfordert beispielsweise die gemeinsame Produktentwicklung einen qualitativ hochwertigen Datenaustausch mit Echtzeitdaten, der in vielen Regionen – insbesondere im ländlichen Raum – aufgrund mangelnder Breitband- und Mobilfunkabdeckung nicht gewährleistet werden kann.

Damit der deutsche Mittelstand die digitale Transformation erfolgreich für sich nutzen kann, um sich unter anderem in der Industrie 4.0 zu etablieren und global wettbewerbsfähig zu bleiben, muss der Staat zunächst die digitalen Grundlagen schaffen. Trotz der Bestrebungen, bis 2025 in Deutschland eine flächendeckende Versorgung mit hochwertigen Netzen zu erreichen, ist die Politik in diesem Bereich weiterhin gefordert (Röhl & Engels, 2021, S. 385).

Politische Anreize

Aus den Experteninterviews wird zusätzlich deutlich, dass politische Anreize durch schlanke, leicht zugängliche Förderprogramme für KMU und Start-Ups wünschenswert sind. Hier wird vom Start-up Spicetech z.B. die Kopplung der Sustainable Development Goals (SDGs) an Fördervergaben vorgeschlagen. Saskia Dörr regt an, dass staatliche Finanzierungshilfen für Investitionen und Akquisitionen in grün-digitale Start-ups durch KMU gestärkt werden sollten, gebunden an nachhaltigkeitsbezogene Kriterien. Große Unternehmen arbeiten seit langem mit Start-ups zusammen, um ihre Innovationskraft zu stärken.

Als ausschlaggebend werden weiterhin entsprechende Regulierungen wie beispielsweise die Verabschiedung des Lieferkettengesetzes als unterstützendes Mittel genannt. Des Weiteren wünschen sich Unternehmen Open-Data Lösungen, den Abbau juristischer Hürden durch standardisierte Lizenzen durch Ministerien und EU-weite Lösungsansätze auf technischer Ebene (z.B. für Cloud-Lösungen, um mit europäischen Gesetzgebungen kompatibler zu sein).

Online-Plattformen für Vermittlungsangebote

Derzeit findet die Kontaktaufnahme zu potenziellen Start-up-Kooperationspartnern über Online-Vermittlungs-Plattformen (Online-Matching-Plattformen) nur sehr begrenzt statt und wird gerade einmal von jedem 14. Familienunternehmen wahrgenommen (Löher et al., 2018, S. 11). Auf der

⁴⁰ Hier hat die Bundesregierung dieses Jahr mit dem „Zukunftsfonds“ ein Maßnahmenpaket zur Förderung von Zukunftstechnologien in Höhe von 10 Mrd. Euro zur Verfügung gestellt, welches Finanzierungsmöglichkeiten insbesondere für Start-ups und kleine KMU in der kapitalintensiven Skalierungsphase vorsieht.

anderen Seite wünscht sich aber fast jedes zweite (45,7 %) der Familienunternehmen ebendiese Angebote für ein elektronisches Portal, das die Vernetzung von KMU und Start-ups erleichtert (Löher et al., 2018, S. 18). Derzeit gibt es zwar eine Handvoll privatwirtschaftlicher⁴¹, aber auch öffentlich⁴² bereitgestellter Plattformen, die die Nachfrage der Unternehmen nach solchen Online-Angeboten aufgegriffen haben und entsprechende Plattformen bereitstellen. Inwiefern diese Online-Plattformen für die KMU tatsächlich sichtbar sind und genutzt werden, bleibt offen.

Auch Röhl und Engels sprechen digitalen Plattformen viel Potenzial zu, um kooperationswillige Unternehmen zusammenzubringen (Röhl & Engels, 2021, S. 385). Diese Online-Matching-Plattformen können als Einstiegsportal für KMU genutzt werden, um sich einen Überblick über potenzielle Kooperationspartner zu verschaffen. Sie sollten zusätzlich zu den traditionellen Beratungs- und Betreuungsdiensten der Industrieverbände und Handelskammern angeboten werden (Deschauer et al., 2021, S. 40).

4.5 Good Practice: Kooperation Assmann Büromöbel und Halocline

Kooperationen zwischen traditionellen KMU und grünen Start-ups sind nach dem Erkenntnisstand der Autor:innen empirisch weitestgehend unerforscht. Für die Aufbereitung wurde daher auf einer im Rahmen der durchgeführten Interviews identifizierten Kooperation zwischen der Assmann Büromöbel GmbH & Co. KG (KMU) und der Halocline GmbH & Co. KG (ökologisch motiviertes Start-up) zurückgegriffen. Die Kooperation kann nach qualitativer Einschätzung der Autor:innen als *Good Practice* in Bezug auf Kunden-Lieferanten-Beziehungen definiert werden. Das vorliegende Beispiel stellt somit kein nach quantitativen Kriterien erhobenes *Best Practice* dar, sondern beschreibt eine gelungene kontextspezifische Erfahrung seitens der teilnehmenden Parteien.

Digital-nachhaltige Transformation in der Produktions- und Montageplanung

Produktions- und Montageplanung sind zentrale Aufgaben im Rahmen der industriellen Fertigung, die bei effizienter Umsetzung einen Wettbewerbsvorteil begründen können (Schuh & Stich, 2012). Durch die Optimierung des Ressourcenverbrauchs sind beispielsweise ökonomische wie auch ökologische Vorteile realisierbar. Die Erstellung digitaler Modelle eines realen Objekts – auch digitaler Zwilling genannt – ermöglicht Effizienzsteigerungen in der Produktionsplanung, die mit einer vergleichbaren physischen Simulation nicht abbildbar wäre (Domenica et al., 2007; Donhauser et al., 2020). Gemäß einer aktuellen Bitkom-Studie könnten bis 2030 durch die konsequente Nutzung digitaler Zwillinge und durch die Automatisierung der Produktion bis zu 10 – 16 % der deutschlandweit erwarteten Treibhausgasemissionen in der industriellen Fertigung eingespart werden. Allein 5 – 8 % Einsparung werden dabei durch den Einsatz des digitalen Zwillings erwartet, was absolut einer Reduktion von 14 Megatonnen CO₂ gleicht (bitkom, 2021, S. 14).

Der mittelständische Büromöbelsteller Assmann bietet seit Jahrzehnten von der Planung bis zur Produktion ganzheitliche Möbelsysteme an. Innovationskraft, Zukunftsorientierung und Nachhaltigkeit sind dabei die zentralen Pfeiler der Unternehmenskultur (Assmann, 2021). Anhand des öffentlich verfügbaren Reports zum Deutschen Nachhaltigkeitskodex können die Stakeholder des Unternehmens transparent nachvollziehen, inwiefern Assmann Nachhaltigkeit als integralen Baustein in Organisationsprozesse und Führungsleitlinien implementiert (Assmann, 2019). Da die Produktions- und Montageplanung mit immer neuen Möbelstücken zum Alltag des Büroherstellers gehören, liegt deren möglichst effiziente Gestaltung nicht zuletzt auch im ökonomischen

⁴¹ <https://ambivation.com/de/startup-matchmaking-produkte/>

⁴² <https://www.de-hub.de/startupfinder/>

Selbstinteresse des Unternehmens. Seit einigen Jahren kooperiert Assmann mit dem ökologisch motiviertem Start-up Halocline, welches eine Virtual Reality (VR)-Lösung für die nachhaltigere Produktionsplanung offeriert. Das Start-up ermöglicht mittels VR die Prozessoptimierung im Bereich Produktmontage, Layoutplanung und Prozessbewertung am digitalen Zwilling der Fabrik (halocline, 2021). Mit Blick auf die ökologische Dimension können digitale Zwillinge und VR-Lösungen naheliegende Effekte wie die Reduktion des Ressourceneinsatz im Prototypenbau hervorrufen. Zudem können kostspielige, ressourcenintensive Fehlplanungen vermieden und Reisekosten eingespart werden. Im Bereich der sozialen Nachhaltigkeit erleichtern die Lösungen eine verstärkte Einbindung der Mitarbeitenden sowie der Möglichkeit kollaborativ und silo-übergreifend zu arbeiten, was nach Erfahrung der Anwender im Ergebnis zu einem partizipativeren und inklusiveren Planungsprozess führt.

Form der Kooperation

Die Kooperation zwischen Halocline und Assmann lässt sich nach Deschauer et al. dem Zulieferverhältnis zuordnen, wobei Assmann die Dienstleistung von Halocline in Anspruch nimmt. Wie in Kapitel 4.2. beschrieben sind Zulieferverhältnisse nach Entwicklungspartnerschaften und Einkauf die häufigste Form der Zusammenarbeit zwischen KMU und Start-ups und zielen meist auf mittel- bis langfristige Partnerschaften ab (Deschauer et al., 2021, S. 18; Wrobel et al., 2017, S.85).

Such- und Entscheidungsweg

Der Weg hin zu der Kooperation zwischen Halocline und Assmann verlief – wie meist im Kontext von KMU-Start-up-Kooperationen (siehe Kapitel 4.2.) – unsystematisch, über persönliche Kontakte und regionale Veranstaltungen. Im Rahmen einer Fachmesse lernte der mittelständische Möbelhersteller Vertreter:innen der Muttergesellschaft von Halocline kennen. Dass Sie initial nicht auf der Suche nach einer nachhaltigen Unterstützung für den Montageprozess waren, gibt Jannik Bartels, Industrieingenieur bei Assmann offen zu. Erst bei dem Live-Test im Ausstellungsraum sowie insbesondere der dreimonatigen Testphase vor Ort konnte sich der Mittelständler von der nachhaltig-digitalen Lösung des Start-ups überzeugen.

Erfolgsfaktoren bei der Anbahnung der Kooperation

Pragmatische, ressourcenarme Pilotprojekte werden in der Literatur als ein zentraler Erfolgsfaktor für die Initiierung langfristiger Kollaborationen zwischen Start-ups und KMU identifiziert (Wrobel et al., 2017, S. 3). Dies bestätigt auch Ingenieur Jannik Bartels, welcher rückblickend besonders den regelmäßigen Austausch innerhalb der Pilotphase als sehr wertvoll empfand. Auch Halocline-Geschäftsführer und -Gründer Dr. Thomas Schüler erklärt, dass der Austausch ein besseres Verständnis des Kunden ermöglichte und somit die Zusammenarbeit erleichterte.

Ein weiterer, wesentlicher Vorteil im Zuge der Entscheidung für die Kooperation beziehungsweise für den Einsatz der nachhaltig-digitalen Lösung war der digitale Reifegrad von Assmann. Da sich VR-Systeme bereits im Einsatz befanden, war die Einstiegshürde gering. Dies bestätigt auch Dr. Thomas Schüler und ergänzt, dass aus Erfahrung viele Kunden-Lieferanten-Beziehungen scheitern, da KMU noch nicht die nötige digitale Reife erreicht haben; die Lösungen der Start-ups diese jedoch erfordern.

Erfolgsfaktoren und Hemmnisse im Zuge der Kooperation

Bezüglich Erfolgsfaktoren und Hemmnisse im Zuge der Kooperation erklärt Dr. Thomas Schüler, dass sich Zulieferbeziehungen grundlegend von gemeinsamen, kollaborativen Projekten

unterschieden. Im Gegensatz zu kollaborativen Projekten, wie z.B. Innovationvorhaben, bei denen gemeinsame Arbeitsroutinen hinsichtlich Meetings und Dokumentationsstandards geschaffen werden müssen, ist der Abstimmungsbedarf im Rahmen der Kunden-Lieferanten-Beziehung weitaus seltener und weniger formell.

Als wesentlichen Erfolgsfaktor bezeichnet Assmann die frühzeitige Integration der Belegschaft in den Innovationsprozess. So wurden im Zuge der Kooperation mit Halocline beispielsweise Mitarbeitende motiviert die VR-gestützte Arbeitsweise zu testen und sich somit selbst mit den Vor- und gegebenenfalls Nachteilen auseinanderzusetzen. Dies ermöglichte nicht nur die Prävention von internen Widerständen, sondern versetzt Mitarbeitende in die Position „ownership“ hinsichtlich der neuen Innovation zu übernehmen.

Auch generationsübergreifende Teams wurden als Erfolgsfaktor hervorgehoben, da beispielsweise studentische Mitarbeitende schneller in die neue Software eingearbeitet und zur Unterstützung weniger IT-affiner Kolleg:innen eingesetzt werden konnten. Neben den Mitarbeitenden spielt auch die Haltung des Managements eine zentrale Rolle für die Adoption einer digital-nachhaltigen Lösung in KMU. Dies wurde auch bei dem Unternehmen Assmann ersichtlich, da Experimentierfreudigkeit sowie die offene Haltung des Managements in Bezug auf neue Innovationen die Diffusion der digital-nachhaltigen VR Lösung stark beschleunigte.

Potenziale für den Ausbau digital-nachhaltiger Kooperationen und Lösungen

Start-up Gründer Dr. Thomas Schüler gibt jedoch auch zu bedenken, dass anders als bei Assmann, KMU in der Regel überhaupt erst von den Vorteilen einer digital-nachhaltigen Kooperation beziehungsweise Lösung überzeugt werden müssen. Klare Nachhaltigkeitsvorgaben, im Zweifel auch von der Politik, seien notwendig um die allgegenwärtige Diskussion von dem „warum“, hin zu der Frage des „wie“ zu bringen.

Schlussendlich lässt sich festhalten, dass der digital-nachhaltige Wandel einer kollaborativen Bemühung bedarf. Die Zusammenarbeit zwischen Start-ups und KMU stellt in diesem Zuge ein großes Potenzial für die digital-nachhaltige Transformation des Mittelstandes und somit einem weitreichenden, systemischen Wandel dar. Um diese Kooperationen auszubauen und zu fördern sind die Offenlegung von *Best-* bzw. *Good Practices* sowie der öffentliche Erfahrungsaustausch wichtige Meilensteine. Die vorliegende Ausarbeitung der Zulieferkooperation zwischen Assmann und Halocline trägt dieser Offenlegung, mit dem Ziel einen öffentlichen, transparenten Diskurs zu digital-nachhaltigen Erfahrungen anzustoßen, bei.

5 Messung, Darstellung und Kommunikation von ökologischer Nachhaltigkeit

In diesem Kapitel werden Methoden und Standards vorgestellt, mit deren Hilfe Unternehmen die ökologische Nachhaltigkeit objektiv und verifizierbar messen und gegenüber Dritten kommunizieren können.

Es existiert eine Palette international bekannter und erprobter Methoden zur Messung, Verifizierung und Kommunikation von verschiedenen Aspekten der Nachhaltigkeit in Unternehmen und für Produkte bzw. Dienstleistungen. Hierzu wird zunächst ein Überblick zu etablierten Verfahren gegeben und eine Bewertung dahingehend gegeben, inwieweit sich diese zur Darstellung und Kommunikation der Ergebnisse an Dritte (etwa Kunden, Lieferanten und Mitbewerber, aber auch Kapitalgeber) eignen.

Um die Vertrauenswürdigkeit und Vergleichbarkeit der Nachhaltigkeitsaussagen zu verbessern und ungerechtfertigte Behauptungen (Greenwashing) zu vermeiden, haben sich die im Folgenden beschriebenen Standards als hilfreich erwiesen. Deren Anwendung beruht zunächst auf dem Prinzip der Freiwilligkeit. Dennoch ist es für Unternehmen nützlich, den jeweiligen Vorgaben zu folgen, um einerseits die Ernsthaftigkeit ihrer Ambitionen zur Verbesserung der Nachhaltigkeit zu betonen. Andererseits bieten diese Anleitungen ein Gerüst für ein strukturiertes und effizientes Vorgehen bei der Ermittlung von und Berichterstattung über die verschiedenen Aspekte der Nachhaltigkeit. Damit lassen sich die Prozesse aus Managementsicht planen, budgetieren und in die Unternehmensabläufe integrieren. Beispielsweise sind die Abläufe für die Datenerfassung betrieblicher Umweltkennzahlen, Lieferantenbefragungen und Datenauswertungen durch Anwendung der Standards zeitlich besser planbar und mit laufenden Geschäftsvorgängen (z.B. Qualitätsmanagement) verknüpfbar.

Viele Unternehmen, die seit Jahren ein Umweltmanagementsystem betreiben und dementsprechend Umweltberichte veröffentlicht haben, haben festgestellt, dass eine strukturierte Bewertung und Kommunikation der Umweltaspekte ihrer Tätigkeiten nicht nur zum Aufbau eines positiven Images gegenüber externen Stakeholdern, sondern auch zu Kosteneinsparungen beiträgt. Neben der intrinsischen Motivation vieler Unternehmen zur Verbesserung ihrer Umweltleistung ist die strukturierte Herangehensweise an die Nachhaltigkeitsbewertung (und das Reporting) auch ein Türöffner für Kreativität und Innovation.

Die digitale Transformation bietet hierbei eine Vielzahl neuer Möglichkeiten, erleichtert die Datenerfassung und kann Impulse zur Steigerung der ökologischen Performance von Produktionsabläufen und der Öko-Effizienz von Produkten setzen, wie es die Methoden zur Messung und Darstellung der Umweltleistung beabsichtigen. Beispielsweise sind die digitalen Prozesssteuerungen von Maschinen und Anlagen oft auch geeignet, um die Analyse von Energiesparpotenzialen zu unterstützen, indem sich etwa Standby-Energieverbräuche während Maschinenstillstandzeiten aufdecken lassen oder die energetisch optimale Wahl von Prozessparametern ermitteln und nachführen lässt. Auch digitale Modelle von Anlagen und Prozessen (sogenannte digitale Zwillinge) ermöglichen das Aufdecken von Energiesparpotenzialen, Leckagen und Prozessineffizienzen. Digitale Zwillinge lassen sich mittels Simulation dafür nutzen, virtuelle Prozessoptimierungen zu planen und anschließend nahtlos in den Produktionsprozess zu integrieren. Obwohl keiner der im Folgenden beschriebenen Methoden und Standards zwingend die Nutzung digitaler Tools vorschreibt oder erfordert, geben deren Möglichkeiten zur Datenanalyse und Aufbereitung neue Impulse für und erleichtern das betriebliche Nachhaltigkeitsmanagement.

Keine der folgenden Methoden ist explizit für KMU konzipiert worden und auch nur wenige von ihnen bieten spezifisch für KMU ausgelegte Vereinfachungen bei der Vorgehensweise. Entsprechend geben KMU häufig an, dass mindestens die initiale Umsetzung der Methoden mit einem zu hohen Ressourcenaufwand verbunden ist. Dennoch – vermutlich auch, weil es zunehmend von Kunden in der Wertschöpfungskette nachgefragt wird – finden verschiedene dieser Methoden auch in KMU Anwendung. Im Folgenden wird daher, sofern es öffentlich verfügbare Informationen zulassen, für jede Methode dargestellt, inwiefern KMU die jeweilige Methode nutzen, mit welchem Aufwand die Implementierung verbunden ist und wo ggf. Erleichterungen für KMU bestehen.

5.1 Gängige Methoden zur Messung und Darstellung der Umweltleistung

5.1.1 Umweltmanagement gemäß DIN EN ISO 14001:2015-11

Die internationale Normenfamilie ISO 14000 standardisiert verschiedene Aspekte des Umweltmanagements für Unternehmen. Die vom Deutschen Institut für Normung e.V. (DIN) adaptierten Normen ISO 14001:2015 und ISO 14004 beschreiben die Einrichtung von Umweltmanagementsystemen (UMS). Die anderen Normen der ISO 14001 Reihe befassen sich mit spezifischen Aspekten von UMS wie Lebenszyklusanalyse, Kommunikation und Auditierung. UMS beschreiben den systematischen Ablauf, mit denen Organisationen ihre



Umweltauswirkungen ermitteln, kontrollieren und ständig verbessern können und außerdem ihre Umweltleistung gegenüber Dritten kommunizieren. Der zentrale Aspekt eines UMS nach ISO 14001 ist die nachweisbare kontinuierliche Verbesserung der Umweltleistung der Organisation, also die Reduktion negativer Umweltauswirkungen (z.B. Ressourcenverbrauch, Emissionen, Abfälle etc.) und die Verbesserung umweltentlastender Wirkungen (z.B. Angebot ökoeffizienter Produkte und Dienstleistungen). Entsprechend der Normvorgaben erfolgt dies im Rahmen eines als PDCA-Zyklus (Plan-Do-Check-Act) bezeichneten iterativen Managementprozesses.

Ein zentrales Element der ISO 14001:2015 ist die Verpflichtung zum Bekenntnis (commitment) der obersten Leitungsebene einer Organisation zur Erreichung der selbst festgelegten Umweltziele. Diese Leitungsverantwortung erstreckt sich über die verpflichtende Einhaltung der umweltrechtlichen Mindestanforderungen (legal compliance) und soll darüber hinaus auch die Umsetzung freiwilliger Maßnahmen zur Verbesserung der Umweltleistung beinhalten. Ein weiteres Merkmal ist die optionale externe Überprüfung und Zertifizierung der UMS durch eine unabhängige Zertifizierungsstelle im Rahmen eines periodischen Audits. Antragsteller können ein Zertifikat über die Einhaltung der Norm erhalten, wenn sie gegenüber dem Auditor bzw. der Auditorin darlegen, welche Fortschritte in Bezug auf die Umweltleistung erzielt wurden und welche Verbesserungsmaßnahmen für die Zukunft geplant sind. Als Maßstab dafür gilt die nachprüfbare Erreichung der selbstgesteckten Umweltziele. Die Zertifizierung erfordert außerdem die funktionierende Implementierung eines normkonformen UMS in die Managementstrukturen der Organisation.

Das befristete Zertifikat kann dann in der Kommunikation nach außen verwendet werden, z.B. gegenüber Kunden und Stakeholdern. Die Norm sieht jedoch keine Verpflichtung zur Umweltberichterstattung vor, die über die Veröffentlichung einer Umweltpolitik hinausgeht. Obwohl viele Unternehmen auf ihren Websites und in öffentlichen Umweltberichten Erklärungen zu den verschiedenen von ihnen angewandten Normen (einschließlich ISO-Normen) abgeben, gibt es kein öffentliches Register von Unternehmen, die nach ISO 14001 zertifiziert sind. Daher konnte nicht geklärt werden, wie verbreitet diese Praxis tatsächlich ist.

Laut UBA sind derzeit in Deutschland rund 8.500 Organisationen nach ISO 14001 zertifiziert (Umweltbundesamt, 2021b). Die Berichte der größeren Unternehmen zeigen, dass viele von ihnen die Bedeutung von zertifizierten UMS anerkennen, indem sie erklären, wie weit die ISO-Zertifizierung in ihren Einrichtungen verbreitet ist. Außerdem fordern viele Unternehmen und zunehmend auch öffentliche Auftraggeber von ihren Zulieferern und Dienstleistern einen Nachweis für ein zertifiziertes UMS, entweder nach ISO 14001 oder EMAS (siehe 5.1.2).

Für KMU bietet die ISO 14001 eine niedrighschwellige Möglichkeit zur Einführung und Zertifizierung eines UMS, da es nach dieser Norm keine verpflichtende Vorgabe zur Veröffentlichung eines Umweltberichts gibt. Nur die Selbstverpflichtung (Umweltpolitik) muss zur Erlangung eines ISO 14001 Zertifikats veröffentlicht werden. Trotz des initialen Aufwands zur erstmaligen Ermittlung der relevanten Umweltaspekte und der rechtlichen Rahmenbedingungen hat die Einführung eines UMS auch für KMU Vorteile: Es bietet den Anlass und einen geeigneten Rahmen zur Überprüfung der eigenen Umweltrechtskonformität, was auch den Marktwert und die Kreditwürdigkeit verbessert bzw. Versicherungstechnische Vorteile hat. Es lassen sich in der Regel auch interne Managementprozesse besser synchronisieren, z.B. mit dem Qualitätsmanagement. Die systematische Analyse der Umweltaspekte deckt häufig auch Kosteneinsparpotenziale auf.

Tabelle 3: Bewertungsübersicht für UMS nach ISO 14001

Bewertungskriterien	Einschätzung
Art des Instruments	Managementprozess
Nutzbarkeit für KMU	Uneingeschränkt
Zielgruppe	Kunden der freien Wirtschaft und öffentliche Beschaffung, Kapitalgeber, Versicherungen, Mitbewerber am Markt, staatliche Behörden, interessierte Stakeholder, Journalist:innen.
Objektivität / Verifizierbarkeit	Basierend auf Eigendeklaration („Umweltpolicy“); Auditierung durch eine unabhängige akkreditierte Zertifizierungsstelle.
Anknüpfungspunkte an Digitalisierungsoptionen	Nicht explizit vorgeschrieben, aber frei definierbar. Relevante Auswirkungen der Digitalisierung sollten bei der Bestandsaufnahme der relevanten Umweltwirkungen und Formulierung der Umweltziele thematisiert werden.
Vollständigkeit der Erfassung von Wirkungen in Bezug auf die ökologische Nachhaltigkeit von Unternehmen	Abhängig von den in der Umweltpolicy festgelegten Prioritäten zur kontinuierlichen ökologischen Verbesserung. Basiert auf periodischer Bestandsaufnahme der Umweltaspekte und der daraus abgeleiteten Priorisierung der durchzuführenden Maßnahmen.
Konsistenz mit Blick auf die Einheitlichkeit der Herangehensweise und Vergleichbarkeit	Genormte Managementprozedur und Anforderungen an das Reporting, aber keine Vorschrift zur einheitlichen Datenerfassung
Genauigkeit, Reproduzierbarkeit und Transparenz	Das UMS und die Umweltleistung wird durch periodische Audits geprüft. Pflicht zur Veröffentlichung einer Umwelt-Policy, aber keine Reporting-Pflicht
Anforderungen bei der Anwendung und Abschätzung von Aufwand (z.B. personell und finanziell)	Verantwortung der obersten Leitung (z.B. CEO). Operativ ist ein UMS nach ISO 14001 oft mit Qualitätsmanagement kombiniert, für welches eine ähnlich strukturierte Norm (ISO 9001) existiert. Zeitaufwand für Vorbereitung und Audit (ca. 5 AT), je nach Unternehmensgröße. Die initiale Ermittlung der Umweltaspekte kann deutlich aufwändiger sein. Die Implementierung eines UMS nach ISO14001 ist etwas einfacher als nach EMAS, weshalb manche KMU zunächst dieses System wählen und später auf EMAS erweitern.

Quelle: Eigene Darstellung, Öko-Institut

5.1.2 EU-Gemeinschaftssystem für Umweltmanagement und Umweltbetriebsprüfung (EMAS)

Das in der europäischen EMAS-Verordnung festgelegte System für das Umweltmanagement und die Umweltbetriebsprüfung (Eco-Management and Audit Scheme) (Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union, 2009) ist ein von der EU entwickeltes Managementinstrument, mit dem Unternehmen und andere Organisationen ihre Umweltleistung bewerten, berichten und verbessern können. EMAS steht allen Arten von Organisationen offen, die sich diesen Zielen verpflichtet fühlen, für KMU gelten jedoch Erleichterungen hinsichtlich der Anforderungen und dem Ablauf.



Es erstreckt sich auf alle Wirtschafts- und Dienstleistungssektoren und ist weltweit anwendbar. Derzeit (in 2021) sind deutschlandweit 1115 Organisationen mit 2276 Standorten im EMAS Register eingetragen (DIHK, 2021), darunter vor allem Betriebe des verarbeitenden Gewerbes und Dienstleistungsunternehmen. Aus dem Sektor „Information und Kommunikation“ sind derzeit 22 UMS nach EMAS zertifiziert (ebda.).

Das EMAS-System ist kompatibel mit der Norm ISO 14001 und ermöglicht ebenfalls einen zertifizierbaren Nachweis für die Implementierung eines UMS. EMAS stellt aber etwas ambitioniertere Anforderungen an die externe Kommunikation der relevanten Umweltaspekte, der Zielerreichung bei der Verbesserung der Umweltleistung und der Implementierung des UMS im betrieblichen Managementsystems. Im Vergleich zu ISO 14001 stellt EMAS mehrere zusätzliche Anforderungen an eine regelmäßige Umweltprüfung und die Priorisierung aller direkten und indirekten Umweltaspekte. Darüber hinaus verlangt EMAS, dass über die Umweltleistung des Unternehmens in Form einer validierten Umwelterklärung berichtet wird, welche auch im EMAS Register eingetragen werden (European Commission, 2021e). Der Inhalt und die Einzelheiten der zu berichtenden Umweltaspekte müssen den Anforderungen von EMAS Anhang IV entsprechen und hängen auch von der Umweltpolitik des Unternehmens und den darin priorisierten Umweltaspekten ab. Je nach Branchenzugehörigkeit können den Kohlenstoff-Fußabdruck und andere relevante Umweltaspekte adressieren, z.B. Energieverbrauch, Abfallvermeidung, Ressourceneffizienz oder Schadstoffminimierung.

Im Gegensatz zu ISO 14001, welche nur eine Berücksichtigung der direkten Umweltaspekte einer Organisation fordert, legt EMAS explizit auch Augenmerk auf die indirekt verursachten Umweltbelastungen. Dies ist insbesondere für Unternehmen mit digitalen Wertschöpfungsmethoden und Dienstleistungen von Interesse, das diese oft Umweltaspekte außerhalb der Systemgrenze des unternehmenseigenen UMS aufweisen.

Die Europäische Kommission stellt branchenspezifische Anforderungen an die Umwelterklärung nach EMAS in Form von sektorspezifischen Referenzdokumenten bereit. Für die Sektoren Telekommunikation und IKT-Dienstleistungen wird derzeit ein sektorales Referenzdokument erarbeitet. Anfang 2021 hat die EU-Kommission den Entwurf eines sektoralen Leitfadens für beste Umweltmanagementpraktiken im Telekommunikations- und IKT-Dienstleistungssektor (European Commission, 2021d). Dieser Entwurf basiert auf einem Best-Practice-Bericht des Joint Research Centre (Canfora et al., 2020), in dem eine Reihe von Maßnahmen beschrieben werden, die ein hohes Potenzial für eine breitere Anwendung haben, um die Umweltleistung im Digitalsektor zu verbessern. Der Bericht analysiert Beispiele für umweltrelevante Indikatoren und Messgrößen in Datenzentren und Telekommunikationsnetzen.

Unternehmen des Mittelstands (und insbesondere Kleinst- und Kleinbetriebe) scheuen vor der Einführung eines UMS nach EMAS häufig zurück, da ihnen dies im Vergleich zur ISO 14001 als zu aufwändig und kostspielig erscheint. Kosteneinsparungen, die über ein UMS erreicht werden können, erscheinen zudem zu vage. Gleichwohl nimmt, wie einleitend beschrieben, der Druck seitens Geschäftskunden oder auch in der öffentlichen Beschaffung derart zu, dass in einigen Branchen wie der Automobilzulieferindustrie oder der Lebensmittelbranche UMS-Zertifizierungen quasi zur Obligation geworden sind.

Tabelle 4: Bewertungsübersicht für UMS nach EMAS

Bewertungskriterien	Einschätzung
Art des Instruments	Managementprozess
Nutzbarkeit für KMU	Uneingeschränkt, jedoch recht aufwändig trotz erleichterten Anforderungen für KMU
Zielgruppe	Kunden der freien Wirtschaft und öffentliche Beschaffung, Kapitalgeber, Versicherungen, Mitbewerber am Markt, staatliche Behörden, interessierte Stakeholder, Journalist:innen.
Objektivität / Verifizierbarkeit	Basierend auf Eigendeklaration („Umwelterklärung“); Auditierung durch eine unabhängige akkreditierte Zertifizierungsstelle.
Anknüpfungspunkte an Digitalisierungsoptionen	Nicht explizit vorgeschrieben, aber frei definierbar, Relevante Auswirkungen der Digitalisierung sollten bei der Bestandsaufnahme der relevanten Umweltwirkungen und Formulierung der Umweltziele thematisiert werden.
Vollständigkeit der Erfassung von Wirkungen in Bezug auf die ökologische Nachhaltigkeit von Unternehmen	Abhängig von den in der Umwelterklärung festgelegten Prioritäten zur kontinuierlichen ökologischen Verbesserung. Basiert auf periodischer Bestandsaufnahme der Umweltaspekte und der daraus abgeleiteten Priorisierung der durchzuführenden Maßnahmen.
Konsistenz mit Blick auf die Einheitlichkeit der Herangehensweise und Vergleichbarkeit	Genormte Managementprozedur und Anforderungen an das Reporting, aber keine Vorschrift zur einheitlichen Datenerfassung.
Genauigkeit, Reproduzierbarkeit und Transparenz	Das UMS und die Umweltleistung wird durch periodische Audits geprüft. Pflicht zur Veröffentlichung eines Umweltberichts.
Anforderungen bei der Anwendung und Abschätzung von Aufwand (z.B. personell und finanziell)	Verantwortung der obersten Leitung (z.B. CEO). UMS ist personell oft mit Qualitätsmanagement kombiniert, Zeitaufwand für Vorbereitung und Audit (ca. 5 AT), je nach Unternehmensgröße, Aufwand ggf. höher als bei ISO 14001 wegen Standortbezug und Reportingpflicht. Die initiale Ermittlung der Umweltaspekte kann deutlich aufwändiger sein.

Quelle: Eigene Darstellung, Öko-Institut

5.1.3 Ökobilanz / Lebenszyklusanalyse gemäß DIN EN ISO 14040 und 14044

Für Unternehmen, welche die ökologische Nachhaltigkeit als Unternehmensziel umsetzen wollen, ist es von größter Bedeutung, die Umweltleistung der Tätigkeiten und Produkte/Dienstleistungen systematisch zu analysieren und zu bewerten. Dies gilt nicht nur für die direkten Auswirkungen der unternehmenseigenen Anlagen und Prozesse. Aus der Lebenszyklusperspektive sind auch die indirekten Auswirkungen von Aktivitäten außerhalb der Werkstore relevant. Die Umweltleistung eines Unternehmens wird häufig durch die gesamten Lieferkette und durch die erzeugten Produkte oder Dienstleistungen bestimmt, welche sich kausal den Aktivitäten des Unternehmens zuordnen lassen.

Mithilfe des Lebenszyklusansatzes ist es möglich, die Umweltauswirkungen von Unternehmen und deren Produkten bzw. Dienstleistungen quantitativ zu ermitteln und zu vergleichen (Horne et al. 2009). Die Ökobilanz bietet einen analytischen Rahmen, der auch als "Cradle-to-Grave"-Analyse bekannt ist. Ihr Betrachtungsbereich umfasst den gesamten relevanten Material- und Energieeinsatz sowie die Emissionen, die im Zusammenhang mit der gesamten Wertschöpfungskette von Produkten bzw. Dienstleistungen stehen (JRC 2012). Das schließt auch den Ressourcen- und Energieverbrauch bei der Produktion von Rohstoffen (der Wiege), den Herstellungsprozessen, den Transporten, der Nutzungsphase und der End-of-Life-Phase (dem Grab) von Produkten mit ein.

Der methodische Rahmen der Ökobilanz wird durch die internationalen Normen DIN EN ISO 14040 und 14044 (zuletzt aktualisiert im Februar 2021) vorgegeben. Diese Standards machen die Idee des Lebenszyklusdenkens auf wissenschaftlicher Basis auch für die Anwendung in einem Unternehmen anwendbar (UNEP 2009). Sektorale Normen erleichtern die Durchführung von Ökobilanzen für die spezifischen Bedürfnisse der jeweiligen Sektoren, da sie einen robusten Rahmen zur Erhöhung der Transparenz von Ökobilanzergebnissen bieten.

Für die Anwendung in Unternehmen wird oft eine verkürzte Ökobilanz, die sogenannte "Cradle-to-Gate"-Analyse, genutzt, welche aufgrund ihres geringeren Betrachtungsrahmens weniger Aufwand verursacht und somit auch für KMU mit weniger Ressourcen interessant sein könnte. Diese methodische Variante berücksichtigt nur die Produktions- und Herstellungsprozesse. Das "Tor" bezieht sich auf die Systemgrenze eines Herstellers. Diese Variante wird häufig im Rahmen von UMS verwendet, um die Umweltaspekte eines Produktionsstandorts zu ermitteln. Allerdings hat diese verkürzte Betrachtungsweise den Nachteil, dass eventuell auftretende indirekte Umweltaspekte im Zusammenhang mit den verkauften Produkten oder Dienstleistungen dadurch übersehen werden.

Die Ökobilanz hilft dabei, die Umweltziele einer Organisation messbar zu machen. Zwar ist die Durchführung von Ökobilanzen für Unternehmen nicht zwingend vorgeschrieben, jedoch nutzen vor allem größere Unternehmen diese Methode auf Basis eigener Initiative oder aufgrund der Anforderung von gewerblichen Kunden. Einige Unternehmen führen Ökobilanzen als Teil von UMS durch (siehe 5.1.1 und 5.1.2), wie z. B. die europäische EMAS-Richtlinie (EU 2009) oder die internationale Norm ISO 14001. Diese UMS-Normen schreiben die Durchführung von Ökobilanzen zwar nicht vor, aber sie helfen bei der Ermittlung der relevanten Aspekte, die als erstes angegangen werden müssen.

Die LCA-Methode ist als Instrument zur Entscheidungsunterstützung in den folgenden Entscheidungssituationen anwendbar (ILCD 2010):

- Entscheidungsunterstützung auf Meso-/Makroebene: strategische Planung,
- Entscheidungsunterstützung auf Mikroebene: Design und Planung von Produkten, Anlagen und Prozessen,
- Rechnungswesen: Überwachung der Umweltleistung von Unternehmen oder Sektoren.

Tabelle 5: Bewertungsübersicht für Norm ISO 14040 für Ökobilanzen

Bewertungskriterien	Einschätzung
Art des Instruments	Quantitative Bewertungsmethode: Produkt-Ökobilanz
Nutzbarkeit für KMU	Prinzipiell möglich, aber oft zu aufwändig. Nutzung sektorspezifischer oder vereinfachter LCA Tools zur internen Entscheidungsunterstützung.
Zielgruppe	Kunden der freien Wirtschaft und öffentliche Beschaffung, Mitbewerber am Markt, staatliche Behörden, Wissenschaft, Journalist:innen.
Objektivität / Verifizierbarkeit	Basierend auf einer Erfassung von spezifischen Vordergrunddaten aus Messungen und Dokumentationen von Unternehmensprozessen und Zulieferketten. Ergänzung durch generische Hintergrunddaten aus Datenbanken. Annahmen und Datenlücken sind in einem Bericht transparent zu spezifizieren. ISO 14040 erfordert die Prüfung des LCA-Berichts durch unabhängige Expert:innen.
Anknüpfungspunkte an Digitalisierungsoptionen	Nicht explizit vorgeschrieben, aber frei definierbar. Relevante Umweltaspekte der Digitalisierung sollten bei der Definition des Betrachtungsbereiches (Scope) berücksichtigt und bei der Datenerfassung mit erhoben werden.
Vollständigkeit der Erfassung von Wirkungen in Bezug auf die ökologische Nachhaltigkeit von Unternehmen	Vollständigkeit ist bei der Definition des Betrachtungsbereiches (Scope) und des Untersuchungsgegenstands (Funktionelle Einheit = FU) mit zu berücksichtigen. Verschiedene Ökobilanzmethoden bieten eine Reihe von ökologischen Wirkungsindikatoren, deren vollständige Betrachtung dabei hilft, mögliche Verlagerung von Umweltaspekten von einem auf andere Indikatoren zu analysieren.
Konsistenz mit Blick auf die Einheitlichkeit der Herangehensweise und Vergleichbarkeit	Genormte, wissenschaftlich fundierte Methode zur analytischen Vorgehensweise und Berichterstattung, aber keine Vorschrift zur einheitlichen Datenerfassung.
Genauigkeit, Reproduzierbarkeit und Transparenz	Die Norm beinhaltet eine Pflicht zur Veröffentlichung eines von unabhängigen Gutachtenden geprüften Ergebnisberichts, falls vergleichende Aussagen gegenüber Dritten kommuniziert werden sollen. Dies dient der Transparenz der Analyse. Allerdings ist die Reproduzierbarkeit oft eingeschränkt, da sich die FU und Scope von Studie zu Studie häufig unterscheiden.
Anforderungen bei der Anwendung und Abschätzung von Aufwand (z.B. personell und finanziell)	Die Durchführung einer ISO-14040 konformen Ökobilanz ist vergleichsweise aufwändig, je nach Umfang des Betrachtungsbereiches und Ausmaß der notwendigen Datenerfassung steigt der Bearbeitungsaufwand. Für KMU nur in spezifischen Fällen sinnvoll.

Quelle: Eigene Darstellung, Öko-Institut

5.1.4 ETSI-Norm TS 103 199 Environmental Engineering and Life Cycle Assessment of ICT equipment, networks and services

Im Telekommunikations- und IKT-Sektor bietet diese ETSI-Norm technische Spezifikationen für LCA-Methoden für IKT-Gerätschaften, Datennetze und Dienstleistungen im Digitalsektor (ETSI, 2011). Die Norm bezieht sich auf die 14040-Reihe der ISO-Normen zur Ökobilanz (siehe 5.1.3) und hilft LCA-Praktikern, ihre Ökobilanzen auf eine einheitliche und transparente Weise durchzuführen und zu kommunizieren. In Anlehnung an die Norm ISO 14040 wird eine spezifische Vorgehensweise zur Ökobilanzierung von IKT-Ausrüstungen definiert. Die Norm gibt beispielsweise eine Anleitung zum Vorgehen bei der Festlegung von Systemgrenze und Funktioneller Einheit, Annahmen und Abschneideregeln, sowie Allokationsregeln zur Bewertung der Datenqualität. Außerdem werden detaillierte Anweisungen zur Berichterstattung gegeben, die dabei helfen, den externen Reviewprozess zu verbessern.

Tabelle 6: Bewertungsübersicht für ETSI-TS 103 199

Bewertungskriterien	Einschätzung
Art des Instruments	Quantitative Bewertungsmethode: Produkt-Ökobilanz
Nutzbarkeit für KMU	Prinzipiell möglich – die sektorspezifische Adaption dieser Methode ermöglicht ein zielgerichtetes Vorgehen; gleichwohl komplex in der Anwendung.
Zielgruppe	Kunden der freien Wirtschaft, Kapitalgeber, Versicherungen, Mitbewerber am Markt, Wissenschaft, Journalist:innen.
Objektivität / Verifizierbarkeit	Wie bei ISO 14040. Die spezifischen Reportingregeln verbessern die Transparenz und Verifizierbarkeit der Ökobilanz. Ebenfalls erfordert die Norm eine Prüfung des LCA-Berichts durch unabhängige Expert:innen.
Anknüpfungspunkte an Digitalisierungsoptionen	Gegeben, da sektorspezifisch für IKT-Geräte, -Netzwerke und -Dienstleistungen.
Vollständigkeit der Erfassung von Wirkungen in Bezug auf die ökologische Nachhaltigkeit von Unternehmen	Die Methode ist für Produkt-Ökobilanzen ausgelegt, nicht aber für Unternehmens-Ökobilanzen. Gleichwohl können Unternehmen damit ihre Produkte und Dienstleistungen detailliert untersuchen, da diese üblicherweise einen wesentlichen Einfluss auf die Nachhaltigkeitsperformance eines Unternehmens haben.
Konsistenz mit Blick auf die Einheitlichkeit der Herangehensweise und Vergleichbarkeit	Wie bei ISO 14040
Genauigkeit, Reproduzierbarkeit und Transparenz	Wie bei ISO 14040
Anforderungen bei der Anwendung und Abschätzung von Aufwand (z.B. personell und finanziell)	Wie bei ISO 14040

Quelle: Eigene Darstellung, Öko-Institut

5.1.5 Methode des ökologischen Fußabdrucks von Produkten (PEF) und Organisationen (OEF)

Die Methode des Fußabdrucks von Produkten (Engl. „Product Environmental Footprint“ PEF) bzw. Organisationen (OEF) ist eine im Auftrag der EU-Kommission entwickelte Adaption der Ökobilanzierung, welche auf die spezifischen Gegebenheiten bestimmter Produktgruppen zugeschnitten ist (European Commission, 2021f). Das gesamte Vorhaben basiert auf dem Grundgedanken, dass die Umweltauswirkungen von Produkten gleichen Type mittels einer einheitlichen Bilanzierungsanleitung berechnet werden soll, um die Vergleichbarkeit zu verbessern.

Die Erstellung dieser Bilanzierungsanleitung, des sogenannten „PEF Guide“ erfolgte als politischer Prozess mit der Beteiligung von interessierten Kreisen (European Commission, 2012). Der PEF Guide wurde im April 2013 veröffentlicht. Darauf aufbauend wurden in der Folgezeit im Rahmen von Pilotprojekten spezifische Regeln (Product Environmental Footprint Category Rule/ PEF-CR) für 19 Produktkategorien erarbeitet. Dabei wurden in 19 Arbeitsgemeinschaften zunächst die „Hotspots“ der Umweltauswirkungen je Produktkategorie ermittelt. Aus den Ergebnissen wurden Benchmarks der Umweltleistung definiert und testweise für die Kommunikation der Umweltleistung genutzt. Die Benchmarks der Umweltleistung stellen ein auf mehreren Kriterien basierendes Maß für die Umweltleistung eines Produktes oder einer Dienstleistung entlang seines bzw. ihres Lebenswegs dar.

Im Rahmen einer Pilot- und anschließenden, noch andauernden Transitionsphase von 2019-2021 werden die produktgruppen- und sektorspezifischen Bilanzierungsregeln unter Beteiligung von

Interessensgruppen getestet und weiterentwickelt („PEF Guide“ und Branchenregeln). Dabei geht es vor allem um die Möglichkeit, PEFCRs für weitere Branchen zu entwickeln, und um die Harmonisierung der entwickelten Grundlagen in „Branchenclustern“. Im Rahmen dieser Aktivitäten wurden auch speziell Tools für KMU entwickelt und getestet, um diesen Unternehmen Informationen zu ihrer Umweltleistung bereitzustellen. Allerdings stellte sich heraus, dass der Anspruch, dass diese Tools auch für Nicht-Expert:innen zugänglich, einfach und attraktiv zu bedienen sein müssen, nur teilweise eingelöst werden konnte.

Da die Transitionsphase derzeit weiter andauert, ist noch keine politische Entscheidung über eine verbindliche Implementierung des PEF im Europäischen Markt gefallen. In jedem Fall entfaltet der PEF schon heute praktische Relevanz in der Anwendung für die Produktbilanzierung, belegt durch die große Zahl beteiligter Akteure, die viel Geld und Zeit investieren.

Für den ökologischen Fußabdruck von Organisationen (OEF) wurden bislang nur zwei sektorale Regeln (Sector Rules OEFSRs) für den Einzelhandel und die Kupferproduktion entwickelt.

Tabelle 7: Bewertungsübersicht für den ökologischen Fußabdruck von Produkten (PEF) und Organisationen (OEF)

Bewertungskriterien	Einschätzung
Art des Instruments	Quantitative Bewertungsmethode: Produkt- bzw. Organisations-Ökobilanz
Nutzbarkeit für KMU	Bisher sind PEF Regeln nur für 19 Produkttypen verfügbar.
Zielgruppen	Von der EU-Kommission intendiert als Kommunikationsmittel gegenüber Verbraucher:innen (Business to Customer – B2C) und Medien, aber auch Kunden der freien Wirtschaft und öffentliche Beschaffung, Mitbewerber am Markt, staatliche Behörden, Wissenschaft.
Objektivität / Verifizierbarkeit	Die PEFCR dienen der besseren Objektivität und Verifizierbarkeit ökobilanzieller Bewertungen von Produkten innerhalb einer Kategorie. Allerdings sind die PEF-Kennzahlen und Benchmarks in ihrer zugrundeliegenden Komplexität für Laien schwer nachvollziehbar.
Anknüpfungspunkte an Digitalisierungsoptionen	Abhängig von der Produktkategorie und der dafür geltenden PEFCR. Derzeit bezieht sich eine PEFCR auf die digitale Dienstleistungsbranche: „Online storage“ und eine im weiteren Sinne auf Produkte des IKT Sektors: „Uninterruptible Power Supply“.
Vollständigkeit der Erfassung von Wirkungen in Bezug auf die ökologische Nachhaltigkeit von Unternehmen	Der PEF dient vor allem der besseren Vergleichbarkeit der Umweltleistung von Produkten, dazu werden die allgemeinen Vorgaben der Ökobilanz entsprechend des jeweiligen Produkttyps spezifiziert und konkretisiert.
Konsistenz mit Blick auf die Einheitlichkeit der Herangehensweise und Vergleichbarkeit	Festgelegte Methode zur analytischen Vorgehensweise und Berichterstattung. Die vereinheitlichten und Produktkategorie-spezifischen PEF-Regeln ermöglichen eine konsistente und vergleichbare Bilanzierung und Ergebnisdarstellung. Ziel des PEF ist eine vergleichbare Kennzeichnung der Umweltperformance von Produkten.
Genauigkeit, Reproduzierbarkeit und Transparenz	Über die PEFCRs wird je Branche quasi verhandelt, was ein ökologisch vorteilhaftes Produkt auszeichnet und was nicht. PEFCRs sind zukünftig verbindliche Grundlage für öffentliche Aussagen zur Umweltleistung von Produkten auf Basis des PEF.
Anforderungen bei der Anwendung und Abschätzung von Aufwand (z.B. personell und finanziell)	Im PEF-Pilotprozess wurden 19 Produktkategorie jeweils untersucht und spezifische Regeln (PEFCR) zur Bilanzierung erarbeitet. Dies ermöglicht eine fokussierte Anwendung der Methode, geht aber zu Lasten der Flexibilität.

Quelle: Eigene Darstellung, Öko-Institut

5.1.6 Green House Gas (GHG) Protocol

Das GHG-Protocol legt die freiwillige Berichterstattung über Treibhausgasemissionen für Unternehmen fest. Der privatwirtschaftlich initiierte Corporate Standard ist de-facto der Standard für die THG-Bilanzierung von Organisationen und enthält Regeln wie Unternehmen ein Inventar ihrer THG-Emissionen quantifizieren und öffentlich berichten können (World Resources Institute, 2004). Die Methode ist die am häufigsten von Unternehmen angewendete Methode für die Berichterstattung der klimarelevanten Umweltleistung und findet auch in KMU immer häufiger Anwendung. Dies vor Allem infolge der zunehmenden Anforderungen von industriellen Kunden (B2B), welche ihrerseits die Treibhausgasemissionen ihrer Lieferkette (GHG Scope 3 – siehe unten) ermitteln müssen. KMU als Zulieferer werden deshalb zunehmend mit Anfragen ihrer Kunden nach GHG Kennzahlen konfrontiert, welche entsprechend der Vorgaben des GHG Protokoll ermittelt werden müssen.

Der an das Lebenszykluskonzept angelehnte Standard deckt die Bilanzierung und Berichterstattung von sieben Treibhausgasen ab, die unter das Kyoto-Protokoll fallen: Kohlendioxid (CO₂), Methan (CH₄), Distickstoffoxid (N₂O), Fluorkohlenwasserstoffe (HFC), Perfluorkohlenwasserstoffe (PCF), Schwefelhexafluorid (SF₆) und Stickstofftrifluorid (NF₃).

Während der Leitfaden „Corporate Standard“ ausschließlich die unmittelbar mit dem Unternehmen verbundenen klimarelevanten Emissionen im Sinne von Scope 1 und Scope 2 erfasst, ermöglicht der Leitfaden „Corporate Value Chain“ (Scope 3) den Unternehmen, die Auswirkungen ihrer gesamten Wertschöpfungskette auf die Emissionen zu bewerten und festzustellen, wo sie mögliche Maßnahmen zur Verminderung von Treibhausgasemissionen fokussieren können.

Beide Leitfäden des GHG Protocols sind wichtig, um sicherzustellen, dass die Berichterstattung von Unternehmen über THG-Emissionen mit den folgenden Grundsätzen der THG-Bilanzierung übereinstimmt: Relevanz, Vollständigkeit, Konsistenz, Transparenz und Genauigkeit. Die spezifischen Anforderungen an die öffentliche Berichterstattung zielen darauf ab, die Kommunikation mit einem breiten Spektrum von Zielgruppen zu erleichtern, darunter institutionelle Interessengruppen (wie Investoren, Versicherungsanbieter, Behörden usw.), aber auch die allgemeine Öffentlichkeit und Laien. Der Leitfaden rät seinen Nutzer:innen, über Treibhausgasemissionen so zu berichten, dass die Zielgruppen ihre Einflussmöglichkeiten zur Verringerung der Treibhausgasemissionen verstehen können. Endnutzer:innen eines Produkts oder Verbraucher:innen im Allgemeinen sollen beispielsweise in die Lage versetzt werden, fundierte Kaufentscheidungen zu treffen und ihre Nachfrage nach den wichtigsten THG-Reduktionspotenzialen zu priorisieren.

Tabelle 8: Bewertungsübersicht für das Green House Gas (GHG) Protocol

Bewertungskriterien	Einschätzung
Art des Instruments	Quantitative Bewertungsmethode: THG-Bilanzierung für Unternehmen
Nutzbarkeit für KMU	Prinzipiell möglich, GHG-Zertifikat wird zunehmend nachgefragt.
Zielgruppen	Business to Business (B2B): Kunden der freien Wirtschaft und öffentliche Beschaffung, Kapitalgeber, Versicherungen, Mitbewerber am Markt, staatliche Behörden, interessierte Stakeholder, Journalist:innen.
Objektivität / Verifizierbarkeit	Formuliert zentrale Anforderungen, u.a. zu <ul style="list-style-type: none"> • Generellen Prinzipien für Bilanz und Bericht • Bilanzgrenzen • THG-Reduktionsziel • Berichterstattung
Anknüpfungspunkte an Digitalisierungsoptionen	keine spezifischen Anknüpfungspunkte
Vollständigkeit der Erfassung von Wirkungen in Bezug auf die ökologische Nachhaltigkeit von Unternehmen	<p>Scope 1: Umfasst alle direkten Emissionen von Treibhausgasen, vor allem durch Verbrennungsprozesse. Es sind jedoch auch Prozessemissionen wie die Freisetzung von Kältemitteln zu berücksichtigen</p> <p>Scope 2: Umfasst die Emissionen, die durch den Bezug von Strom, Wärme, Kälte, Dampf aus externen Quellen entstehen.</p> <p>Scope 3: Umfasst alle indirekten Emissionen, die mit den Aktivitäten von Rügenwalder verbunden sind.</p>
Konsistenz mit Blick auf die Einheitlichkeit der Herangehensweise und Vergleichbarkeit	Festgelegte Methode zur analytischen Vorgehensweise und Berichterstattung,
Genauigkeit, Reproduzierbarkeit und Transparenz	<p>Für die GHG-Bilanzierung gelten 5 grundlegende Prinzipien:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Relevanz: Es ist sicherzustellen, dass das THG-Inventar die THG-Emissionen des Unternehmens angemessen widerspiegelt und dass es den Nutzer:innen bzw. Zielgruppen – sowohl innerhalb als auch außerhalb des Unternehmens – bei der Entscheidungsfindung dient. • Vollständigkeit: Es sind alle für das Unternehmen relevanten THG-Emissionen und -senken zu erfassen. Spezifisch getroffene Abweichungen müssen offengelegt und plausibel begründet werden. • Konsistenz: Durch konsistente Anwendung der Methoden ist sicherzustellen, dass aussagekräftige Vergleiche auch über einen längeren Zeitraum hinweg möglich sind. • Transparenz: Es müssen alle relevanten Aspekte in sachlicher und kohärenter Weise dargelegt werden. Alle relevanten Annahmen müssen dokumentiert, die verwendeten Bilanzierungsregeln sowie die zugrunde gelegten Daten und Quellen nachvollziehbar referenziert werden. • Genauigkeit: Es ist sicherzustellen, dass die Quantifizierung von Treibhausgasemissionen die realen Emissionen des Unternehmens nicht systematisch über- oder unterschätzt. Verzerrungen und Unsicherheiten sind soweit als möglich zu reduzieren.
Anforderungen bei der Anwendung und Abschätzung von Aufwand (z.B. personell und finanziell)	<p>Zur Verleihung des GHG-Protocol-Zertifikats ist eine Prüfung durch einen akkreditierten Gutachter bzw. eine Gutachterin vorgesehen. Das Zertifikat verdeutlicht die Erfüllung der Anforderungen; es ist aber keine Pflicht zur Veröffentlichung der GHG-Kennwerte vorgesehen.</p> <p>Für KMU kann es eine große Herausforderung sein, die THG-Emissionen in Scope 3 zu ermitteln, da sie gegenüber Großunternehmen in ihrer Lieferkette nur geringe Durchsetzungskraft zur Datenermittlung haben. In solchen Fällen muss auf externe Expertise zurückgegriffen werden, z.B. in Form von Datenbanken oder Beratung</p>

Quelle: Eigene Darstellung, Öko-Institut

5.1.7 Norm DIN EN ISO 14064 – Spezifikation mit Anleitung zur quantitativen Bestimmung und Berichterstattung von Treibhausgasemissionen und Entzug von Treibhausgasen auf Organisationsebene

Die Normenreihe **DIN EN ISO 14064:2019** ermöglicht die Erstellung einheitlicher THG-Erklärungen für Unternehmen und Organisationen, die sich selbst dem Ziel der Emissionsreduzierung verpflichtet haben. Die Norm 14064 umfasst zum einen Anforderungen an die Entwicklung und den Aufbau von Treibhausgasinventaren des gesamten Unternehmens oder von Teilbereichen (Quantifizierungsansatz). Daneben beinhaltet die Norm Anforderungen für die Überwachung und Berichterstattung von Treibhausgas-Emissionen sowie Anforderungen und Richtlinien für die Validierung, Verifizierung und Zertifizierung von THG-Informationen.

Tabelle 9: Bewertungsübersicht für DIN EN ISO 14064

Bewertungskriterien	Einschätzung
Art des Instruments	Quantitative Bewertungsmethode: THG-Bilanzierung für Unternehmen
Nutzbarkeit für KMU	Die freiwilligen Regeln zur Erstellung des CO ₂ -Fußabdrucks gelten auch für KMU.
Zielgruppen	Kunden der freien Wirtschaft und öffentliche Beschaffung, Kapitalgeber, Versicherungen, Mitbewerber am Markt, staatliche Behörden, interessierte Stakeholder, Journalist:innen.
Objektivität / Verifizierbarkeit	Die Anleitung zur strukturierten Erfassung und Berechnung des Corporate Carbon Footprints entsprechend der Anforderungen des Carbon Disclosure Project (CDP)
Anknüpfungspunkte an Digitalisierungsoptionen	keine spezifischen Anknüpfungspunkte
Vollständigkeit der Erfassung von Wirkungen in Bezug auf die ökologische Nachhaltigkeit von Unternehmen	Fokussiert auf das THG Potenzial (CO ₂ -Fußabdruck)
Konsistenz mit Blick auf die Einheitlichkeit der Herangehensweise und Vergleichbarkeit	Festgelegte Methode zur Vorgehensweise zur Erstellung eines Quantifizierungsansatzes für das jeweilige Unternehmen und Beschreibung der Regeln für die Dokumentation und THG-Berichterstattung nach außen.
Genauigkeit, Reproduzierbarkeit und Transparenz	Optionale Verifizierung der THG-Bilanz durch externe akkreditierte Gutachter:innen verbessert die Vertrauenswürdigkeit der THG-Bilanz in der öffentlichen Kommunikation und im Marketing.
Anforderungen bei der Anwendung und Abschätzung von Aufwand (z.B. personell und finanziell)	Der Verifizierungsprozess kann je nach Branche und Unternehmen wenige Tage oder mehrere Wochen dauern.

Quelle: Eigene Darstellung, Öko-Institut

5.1.8 Norm ECMA-341 "Environmental Design Considerations for ICT & CE Products"

Die Norm spezifiziert den Ansatz des Lebenszyklusdenkens für die Consumer-Elektronik und IKT-Industrie (ECMA 2010). Die Norm kann als Referenz für umweltbewusstes Produktdesign und -entwicklung angesehen werden. Sie bietet eine Reihe von Ökodesign-Regeln und Richtlinien speziell für die Herstellung von Elektronikprodukten. Folgende umweltrelevante Betrachtungsgegenstände werden adressiert:

- Lebenszyklusaspekte,
- Materialeffizienz und Energieeffizienz,

- Verbrauchsmaterialien und Batterien,
- Chemikalien- und Lärmemissionen sowie gefährliche Stoffe/Zubereitungen und Verpackungen,
- Verlängerung der Produktlebensdauer,
- Entsorgung am Ende der Lebensdauer.

Die ECMA-341 ist nicht mit der ISO 14040 für Ökobilanzen vergleichbar, sondern nennt vor allem ökologisch orientierte Designprinzipien und Umweltaspekte, die bei der Entwicklung von IKT-Produkten zu berücksichtigen sind. Diese Norm behandelt nur Kriterien, die sich direkt auf die Umweltverträglichkeit des Produkts beziehen. Im Anhang zur Norm findet sich eine Checkliste mit qualitativen Prüfungsgegenständen.

Tabelle 10: Bewertungsübersicht für ECMA-341

Bewertungskriterien	Einschätzung
Art des Instruments	Qualitativer Leitfaden / Checkliste
Nutzbarkeit für KMU	Sehr gut
Zielgruppen	Hauptsächlich zur unternehmensinternen Anwendung im Produktdesignprozess.
Objektivität / Verifizierbarkeit	Selbsteinschätzung / Checkliste – keine externe Prüfung
Anknüpfungspunkte an Digitalisierungsoptionen	Gilt für IKT-Produkte
Vollständigkeit der Erfassung von Wirkungen in Bezug auf die ökologische Nachhaltigkeit von Unternehmen	Dient der Einschätzung der direkter Umweltaspekte von Produkten, nicht anwendbar mit Bezug auf Unternehmen oder Standorte.
Konsistenz mit Blick auf die Einheitlichkeit der Herangehensweise und Vergleichbarkeit	Checkliste entsprechend einer qualitativen Lebenszyklusperspektive
Genauigkeit, Reproduzierbarkeit und Transparenz	gering
Anforderungen bei der Anwendung und Abschätzung von Aufwand (z.B. personell und finanziell)	Geringer Aufwand, die Checkliste wurde für einfache Anwendung durch Produktentwickler:innen entworfen.

Quelle: Eigene Darstellung, Öko-Institut

5.2 Kommunikation der ökologischen Nachhaltigkeit durch Unternehmen

Üblicherweise erfassen, bewerten und veröffentlichen Unternehmen ihre Nachhaltigkeitsleistung zum Zwecke der Außendarstellung, um Wettbewerbsvorteile zu realisieren. Geschäftspartner und institutionelle Interessenten wie Behörden, Medien oder zivilgesellschaftliche Anspruchsgruppen machen ihre Interaktion mit einem Unternehmen zunehmend davon abhängig, wie transparent dieses über seine ökologische und soziale Verantwortung kommuniziert. Beispielsweise fordern institutionelle Kapitalgeber immer häufiger ökologische und soziale Mindestanforderungen für ihre Investitionen, insbesondere private Kapitalfonds mit Klima und Nachhaltigkeits-Policy, aber auch öffentliche Investoren wie Kommunen und andere Körperschaften öffentlichen Rechts (z.B. Rentenkassen). Auch Geschäftskunden verlangen immer häufiger Nachhaltigkeitserklärungen von ihren Lieferanten. Die öffentliche Beschaffung orientiert sich ebenfalls zunehmend am Konzept des Green Public Procurement, welches ökologische und soziale Aspekte in die Leistungsbeschreibung von Ausschreibungen für Produkte und Dienstleistungen einbezieht.

Für die oben genannten Zwecke sind Unternehmen zunehmend gehalten, die mit ihren Aktivitäten im Zusammenhang stehenden Nachhaltigkeitsaspekte zu erfassen und transparent zu kommunizieren. Nachhaltigkeitsberichte werden bislang allerdings vornehmlich von großen börsennotierten Unternehmen und in Deutschland besonders im Rahmen der sich aus der EU-Richtlinie zur nichtfinanziellen Berichterstattung (Non-Financial Reporting Directive; NFRD) ergebenden Pflichten veröffentlicht (Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union 2014).

Das Gesetz verpflichtet aktuell große kapitalmarktnotierte Unternehmen mit mehr als 500 Beschäftigten zur Veröffentlichung von Informationen zu Umwelt-, Sozial- und Arbeitnehmerbelangen sowie die Achtung der Menschenrechte und die Bekämpfung von Korruption und Bestechung. Die NFRD verlangt von Unternehmen, dass sie Informationen über die Art und Weise offenlegen, wie sie mit sozialen und ökologischen Herausforderungen umgehen (EC o.J.-b). Zukünftig werden alle Großunternehmen (unabhängig von der Börsennotierung) sowie börsennotierte KMU⁴³ unter die gesetzliche CSR-Berichtspflicht fallen (geplant ab 2026) (EC 2021g). Dies gilt auch für KMU-ähnliche Tochterunternehmen größerer Mutterunternehmen, sofern deren CSR-Berichte nicht das gesamte Konsortium einschließen. Das Thema der nichtfinanziellen Berichterstattung rückt zudem im Rahmen der EU-Taxonomie und des jüngst in Deutschland verabschiedeten Sorgfaltspflichtengesetzes immer näher an KMU heran. Schließlich sind KMU, wenn auch gesetzlich nicht direkt dazu verpflichtet, häufig indirekt von den Berichtspflichten betroffen, weil sie z.B. als Zulieferer großer Unternehmen bestimmte Informationen offenlegen müssen.

Die EU-Kommission hat im April 2021 zudem einen Vorschlag für eine Richtlinie über die Berichterstattung über die Nachhaltigkeit von Unternehmen (CSRD) verabschiedet, welche die bestehenden Berichtspflichten der NFRD nochmals erweitert. Demnach soll eine externe Prüfung der CSR-Berichte verpflichtend werden, mit welcher die Einhaltung der verbindlichen EU-Standards für die Nachhaltigkeitsberichterstattung verifiziert werden soll. Außerdem sollen die CSR-Berichte digital gekennzeichnet werden, damit sie zum Zwecke einer einheitlichen europäischen Erfassung maschinenlesbar sind.

Die nichtfinanzielle Berichterstattung richtet sich prinzipiell an alle interessierten Stakeholder. Die Berichte werden aufgrund ihres Umfangs jedoch vor allem von Geschäftskunden, Kapitalgebern, staatlichen Behörden, Nichtregierungsorganisationen und Journalist:innen herangezogen. Verbraucher:innen gehören nicht zu den primären Rezipienten von Unternehmensberichten.

Deutsche Unternehmen haben in puncto CSR-Berichterstattung im weltweiten Vergleich erst in den letzten Jahren mit den Gepflogenheiten der Unternehmen anderer Länder aufgeholt: Während bis 2017 nur 72% der deutschen Unternehmen mit über 500 Beschäftigten einen CSR-Bericht veröffentlichten, waren es in 2020 bereits 92 % (KPMG 2020). Schon vor dem Inkrafttreten des CSRRUG hatten allerdings bereits 85% der kapitalmarktorientierten Großunternehmen in Deutschland nichtfinanzielle Informationen in ihre Geschäftsberichte aufgenommen. Zusätzlich erstellten 56% der Unternehmen auch einen separaten Nachhaltigkeitsbericht (DGCN 2018). Davon haben sich 47% der Unternehmen an den Berichterstattungsregeln des GRI orientiert und 17,5 % am Deutschen Nachhaltigkeitskodex. Deutsche KMU berichten bislang nur selten im Rahmen eines umfassenden Nachhaltigkeitsberichts. Belegbare Zahlen liegen hierzu allerdings nicht vor.

⁴³ Ausgenommen sind Kleinunternehmen

Der mit der Umsetzung der CSR-Berichtspflicht nach CSR-RUG einhergehende Arbeitsaufwand lässt sich nicht generell beziffern, sondern hängt von den prozessualen Herausforderungen des jeweiligen Unternehmens ab. 33% der vom DGCN (2018) befragten Unternehmen berichteten von einem erheblichen Aufwand für die erste Berichtserstellung. Insbesondere die Erhebung und Verifizierung von Daten aus innerbetrieblichen Quellen und Einbindung der Konzerntöchter, sowie der Aufbau der dafür erforderlichen Routinen und Zuständigkeiten bewirken einen hohen initialen Aufwand. Die Einführung einer IT-gestützten Datenerfassung hat in mehr als drei Viertel der Fälle zu einer Verbesserung der Prozess- und Datenqualität beigetragen.

Im Folgenden werden die zuvor bereits genannten und in Deutschland gängigsten Standards der nichtfinanziellen Berichterstattung vorgestellt. Diese Standards helfen nicht nur, ein Mindestmaß an inhaltlicher Qualität zu formulieren. Ihnen kommt auch dahingehend eine wesentliche Rolle zu, als dass sie die Angaben der Unternehmen vergleichbar machen – sowohl im Hinblick auf Veränderungen über die Jahre als auch im Vergleich zu anderen Unternehmen.

5.2.1 Global Reporting Initiative (GRI)

Die Global Reporting Initiative (GRI) ist eine unabhängige internationale Organisation, die einen Rahmen für die Nachhaltigkeitsberichterstattung von Unternehmen entwickelt hat. Die GRI-Leitlinien sind die global am meisten genutzten Leitlinien für freiwillige Berichte zur sozialen Verantwortung und ökologischen Nachhaltigkeit von Unternehmen. Die GRI-Standards decken die Umweltthemen Materialien, Energie, Wasser und Abwasser, Biodiversität, Emissionen, Abfall, Abwasser und Abfall, Umwelt-Compliance sowie Umweltbewertung der Lieferanten ab (Global Reporting Initiative, 2021).

Ziel ist es, eine verantwortungsvolle und transparente Nachhaltigkeitsberichterstattung zur gängigen Praxis zu machen. Dabei gibt die GRI Grundsätze für die Berichterstattung vor und hilft, inhaltliche und qualitative Anforderungen zu erfüllen. Die GRI-Kriterien sind: Genauigkeit, Ausgewogenheit, Verständlichkeit, Vergleichbarkeit, Zuverlässigkeit und Aktualität. Sie werden durch die Einbeziehung von Stakeholdern, den Nachhaltigkeitskodex, die Wesentlichkeit und die Vollständigkeit bewertet. Der GRI-Leitfaden für die Nachhaltigkeitsberichterstattung wird von gesetzlichen Vorschriften wie der EU-Richtlinie zur nichtfinanziellen Berichterstattung als gültiger Rahmen für die Unternehmensberichterstattung anerkannt.

Tabelle 11: Bewertungsübersicht für die Global Reporting Initiative

Bewertungskriterien	Einschätzung
Art des Instruments	Nachhaltigkeitsberichterstattung
Nutzbarkeit für KMU	Uneingeschränkt, jedoch recht aufwändig.
Zielgruppen	Kunden der freien Wirtschaft und öffentliche Beschaffung, Kapitalgeber, Versicherungen, Mitbewerber am Markt, staatliche Behörden, interessierte Stakeholder, Journalist:innen. Verbraucher:innen sind nicht primäre Rezipienten von GRI-konformen Unternehmensberichten.
Objektivität / Verifizierbarkeit	Die GRI Rahmen-Standards (Universal Standards GRI 1-3) definieren einen globalen Maßstab für die Nachhaltigkeitsberichterstattung und sollen ein Höchstmaß an Transparenz in Bezug auf die Auswirkungen des Unternehmens auf Wirtschaft, Umwelt und Menschen zu schaffen. Als freiwillige Option besteht die Möglichkeit, die nach GRI Standard verfassten Nachhaltigkeitsberichte durch unabhängige externe Prüfstellen verifizieren zu lassen und in eine von der GRI kuratierten Liste mit GRI-konformen Berichten registrieren zu lassen.
Anknüpfungspunkte an Digitalisierungsoptionen	Keine spezifischen Anknüpfungspunkte an digitale Dienstleistungen. Das GRI Arbeitsprogramm 2020-22 beabsichtigt die Entwicklung einer sektorspezifischen Norm für „Herstellung und Entwicklung von elektronischen Produkten, einschließlich Computern, Mobiltelefonen und deren Komponenten; Halbleiter“.
Vollständigkeit der Erfassung von Wirkungen in Bezug auf die ökologische Nachhaltigkeit von Unternehmen	8 der gegenwärtig 37 GRI-Standards (GRI 301 – 308) adressieren Umweltaspekte in Form von 35 ökologischen Leistungsindikatoren in den Themenbereichen Materialien, Energie, Wasser und Abwasser, Biodiversität, Emissionen, Abfall, Abwasser und Abfall, Umwelt-Compliance, Umweltbewertung der Lieferanten.
Konsistenz mit Blick auf die Einheitlichkeit der Herangehensweise und Vergleichbarkeit	Die modular angelegte Standardserie wurde speziell für den Zweck einer vereinheitlichten Nachhaltigkeitsberichterstattung geschaffen. Das GRI Modul 305 zum Reporting zu Treibhausgasemissionen basiert auf dem GHG Protocol.
Genauigkeit, Reproduzierbarkeit und Transparenz	Die GRI-Kriterien sind: Genauigkeit, Ausgewogenheit, Verständlichkeit, Vergleichbarkeit, Zuverlässigkeit und Aktualität. Es gibt zwei Arten von Bestimmungen für die Berichterstattung: <ul style="list-style-type: none"> • Anforderungen listen die Informationen auf, die eine Organisation berichten muss, oder Anweisungen, die sie gemäß den GRI-Standards einhalten und berichten muss. • Empfehlungen weisen darauf hin, dass bestimmte Informationen oder eine bestimmte Vorgehensweise empfohlen, aber nicht vorgeschrieben werden.
Anforderungen bei der Anwendung und Abschätzung von Aufwand (z.B. personell und finanziell)	Die GRI-Normen sind als einfach zu handhabendes, modulares Set konzipiert. Die GRI-konforme Berichterstattung ist jedoch relativ aufwändig.

Quelle: Eigene Darstellung, Öko-Institut

5.2.2 Deutscher Nachhaltigkeitskodex (DNK)

Der Deutsche Nachhaltigkeitskodex (DNK) wurde 2011 vom Rat für Nachhaltige Entwicklung entworfen und seitdem mehrfach weiterentwickelt (Rat für Nachhaltige Entwicklung, 2020). Er gibt, ähnlich wie der GRI, 20 Kriterien und Leistungsindikatoren zur Nachhaltigkeitsberichterstattung vor, die von Unternehmen u.a. auch zur Erfüllung der Berichtspflicht genutzt werden können, ist aber weniger umfangreich. Er richtet sich explizit an KMU. Eines der zentralen Ziele des DNK war es von Anfang an, keine eigenen Leistungskriterien zu entwickeln, sondern diese aus anderen Berichtsstandards – konkret dem GRI und den EFFAS-Kriterien (European Federation of Financial

Analysts Societies) – zusammenzuführen. Außerdem wurden die gesetzlichen Anforderungen des deutschen CSR-Richtlinie-Umsetzungsgesetz integriert. So soll den Unternehmen die Berichterstattung erleichtert werden.

Tabelle 12: Bewertungsübersicht für den Deutschen Nachhaltigkeitskodex

Bewertungskriterien	Einschätzung
Art des Instruments	Nachhaltigkeitsberichterstattung
Nutzbarkeit für KMU	Uneingeschränkt, für KMU geeignet
Zielgruppen	Kunden der freien Wirtschaft und öffentliche Beschaffung, Kapitalgeber, Versicherungen, Mitbewerber am Markt, staatliche Behörden, interessierte Stakeholder, Journalist:innen.
Objektivität / Verifizierbarkeit	Wie GRI
Anknüpfungspunkte an Digitalisierungsoptionen	keine
Vollständigkeit der Erfassung von Wirkungen in Bezug auf die ökologische Nachhaltigkeit von Unternehmen	Wie GRI
Konsistenz mit Blick auf die Einheitlichkeit der Herangehensweise und Vergleichbarkeit	Wie GRI
Genauigkeit, Reproduzierbarkeit und Transparenz	Wie GRI
Anforderungen bei der Anwendung und Abschätzung von Aufwand (z.B. personell und finanziell)	Deutlich weniger aufwändig als GRI und damit speziell für KMU geeignet.

Quelle: Eigene Darstellung, Öko-Institut

5.3 Best Practice-Beispiele

5.3.1 Nutzung von Industrie 4.0-Instrumenten für Nachhaltigkeitsgewinne

Die Blechwarenfabrik Limburg GmbH (BL)⁴⁴ hat im Rahmen des Umzugs ihres Fertigungsstandorts in einen Neubau eine digitale Optimierung der Fertigungsprozesse und im Lagermanagement umgesetzt. Hierfür wurden u.a. die Maschinen des ehemaligen Fertigungsstandorts mit moderner Sensorik und Videotechnologie ausgerüstet. Ziel war es, die verschiedenen Instrumente einer digitalen Fabrik in einer neuen Anlage zusammenzuführen und hierdurch einen Beitrag zur Ressourcenschonung zu leisten (Menn 2021).

In konsequenter Anwendung der digitalen Instrumente von Industrie 4.0 ist es dem Unternehmen gelungen, sämtliche Fertigungs- und Logistikanlagen des Werks mit einem automatisierten Prozessmanagement zu verzahnen (Reckert 2019). Mit dieser digitalisierten Produktionssteuerung (Production Planning System; PPS) gelingt es, sämtliche im Fertigungsprozess benötigten Materialien und Betriebsmittel bedarfsgerecht vom Lager an die Fertigungsanlagen zu dirigieren und die erzeugten Produkte und Zwischenprodukte an die jeweils folgenden Anlagenteile zu bringen. Dabei nutzt das softwaregestützte PPS ein digital hinterlegtes Modell des Fertigungsprozesses,

⁴⁴ Die Blechwarenfabrik Limburg ist auf die Verarbeitung von Weißblech zu Behältnissen wie Dosen, Kanistern und Eimern spezialisiert. Mit 320 Mitarbeitenden und einem Umsatz von ca. 60 Mio. € (Stand 2019) liegt das Unternehmen knapp über der EU-Definition eines KMU.

welches in Echtzeit mit Daten aus dem Lager und der Fertigung versorgt wird. Das PPS steuert den bedarfsgerechten Materialfluss in der Werkshalle mit Hilfe eines fahrerlosen Transportsystems. Außerdem ist das PPS mit einem Enterprise Resource Planning (ERP) System verknüpft (ebda.). Das computergestützte ERP verwaltet die betrieblichen Ressourcen und Aufträge und erstellt daraus automatisiert die Fertigungsplanung für das PPS. Weiterhin ist dieses System mit einem Energiemanagementsystem verknüpft, welches die Energieflüsse (Gas, Strom und Druckluft) des Produktionsstandorts digital in Echtzeit überwacht und steuert.

Die Blechwarenfabrik Limburg hat das vollständig digitalisierte Produktionsmanagementsystem auf Basis marktverfügbarer Hardwarekomponenten konzipiert, aber die Verknüpfung der einzelnen Komponenten zu einem Industrie-4.0 Gesamtsystem erforderte eine individuelle Lösung. Diese digitale Gesamtlösung, die rund 30 Mio. € gekostet hat, verknüpft alle Anlagenteile, Gebäude und Versorgungseinrichtungen miteinander. Dabei wurde zwar auch in bessere Verfahren und neue Anlagenteile investiert – etwa in eine neue Drucklackieranlage und ein optimiertes Abwärmesystem. Der CEO der Blechwarenfabrik Limburg betont aber, dass es in diesem Projekt „mehr um Bits und Bytes geht als um Stahl und Stein“ (Reckert 2019).

Nach Einschätzung des Unternehmens hat die digitale Vernetzung sämtlicher Prozesse eine deutliche Effizienzsteigerung der Produktionsanlage zur Folge, wodurch sich auch die Ressourcen- und Energieeffizienz verbessert. Beispielsweise können durch die Automatisierung des innerbetrieblichen Materialtransports Transportschäden reduziert werden, was den Verlust von jährlich bis zu 100 t Weißblech vermeidet. Durch die effizientere digitale Anlagensteuerung und Auslastungsplanung mittels ERP und PPS lässt sich die Auslastung der Fertigungsmaschinen erhöhen und dadurch auch eine bessere Energieeffizienz erreichen. Durch das digitale Energiemanagementsystem können Ineffizienzen und Leckagen schnell erkannt und behoben werden. Insgesamt sollen so ca. 2.600 t Treibhausgase (CO₂-Äquivalent) pro Jahr eingespart werden (ebda.; Menn 2021).

In Anerkennung dieser Innovationsleistung wurde der Blechwarenfabrik Limburg im Jahr 2020 der Deutsche Umweltpreis der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) verliehen (BL 2020). Der Preis würdigt, dass die BL mittels Digitalisierung zur Energie- und Ressourcenschonung beiträgt und als Vorbild für die mittelständische Wirtschaft dienen kann.

5.3.2 Nachhaltigkeitsberichterstattung

Die Neumarkter Lammsbräu veröffentlicht im 3-Jahres Rhythmus Nachhaltigkeitsberichte nach den Vorgaben der Global Reporting Initiative (GRI) in der Option „Kern“. Der aktuelle Nachhaltigkeitsbericht 2020 dokumentiert auf mehr als 165 Seiten die Performance des Unternehmens in den Bereichen „Soziales“, „Wirtschaft“ und „Umwelt“. Im Jahr 2020 wurde das Unternehmen als Gewinner des CSR-Preises der Bundesregierung in der Kategorie „Unternehmen mit bis zu 249 Beschäftigten“ nominiert.

Der aktuelle Nachhaltigkeitsbericht des Unternehmens von 2020 (Neumarkter Lammsbräu 2021b) vereinigt die CSR-Berichterstattung gemäß der GRI Kernprinzipien mit der Berichtslegung im Rahmen der nach EMAS und ISO 14001 validierten / zertifizierten Umweltmanagementsysteme. Dies wird im aktuellen Report durch eine grafische Kennzeichnung der UMS-relevanten Abschnitte im Inhaltsverzeichnis realisiert. Die Input-Output Werte zu den direkten Umweltaspekten werden in tabellarischer Form übersichtlich dargestellt. Dabei ist die Trendentwicklung bei den Kernindikatoren der Umweltleistung im Detail in ihren jeweiligen Einheiten aufgeschlüsselt (Abbildung). Die

Offenlegung der Input-Output Werte ermöglicht ein hohes Maß an Transparenz hinsichtlich der Umweltperformance des Unternehmens und der Wirksamkeit der ergriffenen Maßnahmen zur Verbesserung der Umweltleistung. Des Weiteren fasst der Nachhaltigkeitsbericht die Kennzahlen zu den klimarelevanten Emissionen entsprechend des GHG Protocols in den dort definierten drei Betrachtungsebenen (Scopes) übersichtlich zusammen (

Abbildung). Detaillierte Kennzahlen zu den GHG Scopes sind in einem Anhang aufgeschlüsselt, welcher auch eine Legende zu den verwendeten Umrechnungsfaktoren sowie Abkürzungen und Begriffe enthält.

Eine Besonderheit des Nachhaltigkeitsberichts 2020 der Neumarkter Lammsbräu ist die ausgesprochen übersichtliche Darstellung und Zuordnung der nachhaltigkeitsbezogenen Unternehmensziele bis 2025 zu den globalen Entwicklungszielen (SDGs) der UN. Während die Nachhaltigkeitsziele bis 2020 in den drei Wirkungsebenen ökologische, soziale und ökonomische Ziele dargestellt werden, orientiert sich die überarbeitete Nachhaltigkeitsstrategie des Unternehmens an den globalen Herausforderungen der Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung der Vereinten Nationen. Der Bericht ordnet die nachhaltigkeitsbezogenen Unternehmensziele konkret den jeweiligen SDG zu und beschreibt die zu ergreifenden Maßnahmen sowie die Zuständigkeit im Unternehmen zur Erreichung der jeweiligen Ziele.

Abbildung 9: Ausschnitt aus der Input-Output Kennzahlen aus dem Nachhaltigkeitsbericht 2020 der Neumarkter Lammsbräu

Input	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Einheit	Trend
1 Rohstoffe								
1.1 Trinkwasser	29.575	33.004	35.041	38.232	41.323	43.588	m ³	↗
1.2 Gerste	1.787,6	1.735,3	1.601,31	3.011,9	3.705,3	3.555,7	t	↑
1.3 Weizen	138,6	345,6	220,4	535,5	490,4	416,3	t	↑
1.4 Dinkel	0,0	33,0	30,4	52,0	12,8	26,4	t	↗
1.5 Hopfen	21,7	24,2	26,1	20,3	34,6	30,9	t	↗
1.6 Limonadengrundstoffe	563,0	631,4	637,1	789,9	760,0	753,2	t	↗
4 Emissionen (Betrieb + Fuhrpark) ^{al}								
4.1 Wasserdampf	943	1.050	1.114	1.214	1.332	1.434	t	↗
4.2 Staub/Ruß/Partikel	43	47	26	20	16	13	kg	↘
4.3 CO	790	792	837	925	874	812	kg	→
4.4 CO ₂ e	1.761	1.965	1.934	2.119	2.171	2.218	t	→
4.5 SO ₂	370	656	101	20	22	19	kg	↓
4.6 NO _x	2.325	2.488	2.230	2.292	1.946	1.744	kg	↘
4.7 NMVOC	128	134	67	68	56	49	kg	↘
5 Abfälle								
5.1 Abfälle zur Verwertung	2.366,9 ^{b)} (711,4)	1.046,8 ^{b)} (436)	258,7 ^{b)} (419,9)	497,3	25 ^{b)} (564,0)	31,3 ^{b)} (549,6)	t	↑
5.2 Abfälle zur Kompostierung (Kieselgur, Mälzereistaub)	76,5	94,3	94,9	95,8	99,4	123,5	t	↗
5.3 Hausmüllähnlicher Gewerbeabfall (Restmüll)	112,9	48,2	40,6	44,3	43,6	41,1	t	↘
5.4 Gefährliche Abfälle (Spüllauge, Laborchemikalien, Altöl, Asphaltaufruch etc.)	67,4 ^{b)} (2,3)	73,2 ^{b)} (8,7)	8,3 ^{b)} (4,2)	6,8	3,5	2,3	t	↘

Quelle: Neumarkter Lammsbräu (2021)

Abbildung 10: Darstellung der Treibhausgasemissionen im Nachhaltigkeitsbericht 2020 der Neumarkter Lammsbräu

	2018	2019	2020	Einheit		2018	2019	2020	Einheit
Scope 1					Scope 3^{c)}				
CO ₂ e betriebliche Feuerungsanlagen	1.854,4	1.906,1	2.004,2	t	CO ₂ e Trinkwasser	43,6	33,2	44,6	t
CO ₂ e Fuhrpark Lkw	122,9	123,7	92,5	t	- davon Prozessemissionen	42,3	32,2	43,2	t
CO ₂ e Fuhrpark Pkw	124,9	122,5	101,0	t	- davon Transportemissionen	1,3	1,0	1,4	t
CO ₂ e Fuhrpark (Sonstige) ^{a)}	1,2	1,9	0,9	t	CO ₂ e Bio-Braugetreide	1.077,3	1.328,1	1.557,1	t
CO ₂ e Fuhrpark Gabelstapler	5,4	6,4	11,0	t	- davon Prozessemissionen	1.037,7	1.232,6	1.495,2	t
CO ₂ e Kältemittelleckagen	10,4	10,7	8,7	t	- davon Transportemissionen	39,7	95,4	61,9	t
Gesamt CO₂e Scope 1	2.119,2	2.171,3	2.218,3	t	CO ₂ e Bio-Hopfen	22,0	37,4	33,5	t
Scope 2^{b)}					- davon Prozessemissionen	21,5	36,6	32,8	t
CO ₂ e aus Strombezug	35,3	33,8	28,5	t	- davon Transportemissionen	0,4	0,8	0,7	t
Gesamt CO₂e Scope 2	35,3	33,8	28,5	t	CO ₂ e der Bio-Limonadengrundstoffe	575,8	526,4	498,4	t
Gesamt CO₂e Scope 1 & 2					- davon Prozessemissionen	466,2	427,1	358,8	t
					- davon Transportemissionen	109,6	99,3	139,6	t
					CO₂e Bio-Roh- und Grundstoffe Scope 3 (Trinkwasser, Braugetreide, Hopfen, Limonaden)	1.718,6	1.925,0	2.133,6	t
					- davon Prozessemissionen	1.567,6	1.728,5	1.930,0	t
					- davon Transportemissionen	151,0	196,5	203,6	t
					THG-Emissionen Gesamt (CO₂e) Scope 1, 2 & 3	3.873,2	4.130,0	4.380,4	t

Die Berechnungen für die Scope 1-Emissionen erfolgen ohne Einbeziehung von Vorstufen für die Energiebereitstellung und Treibstoffen sowie der damit verbundenen Transportwege. Die jeweiligen Umrechnungsfaktoren sowie weitere Informationen zu den CO₂-Fußabdruck-Berechnungen werden im Anhang erläutert.

a) Sonstige: Hierunter fallen beispielsweise der Betrieb von Rasenmähern, Waschgeräten, Traktoren, Lader & Leihfahrzeugen.

b) Scope 2: Beinhaltet im Rahmen der Erzeugung und Bereitstellung des extern bezogenen Stroms alle THG-Emissionen inkl. der in der Energieprozesskette vorgelagerten Prozessschritte (u. a. Stromerzeugung, Speicherung, Transport und Umwandlung).

c) Scope 3: Beinhaltet die THG-Emissionen, die bei Anbau und Transport der Bio-Braugetreiderohstoffe, des Bio-Hopfens und der verarbeiteten Bio-Limonadenrohstoffe sowie bei der Bereitstellung von Trinkwasser entstehen inkl. der damit verbundenen Vorstufen in Produktion und Transport.

Quelle: Neumarkter Lammsbräu (2021)

5.3.3 Online CO₂e-Fußabdruck Rechner

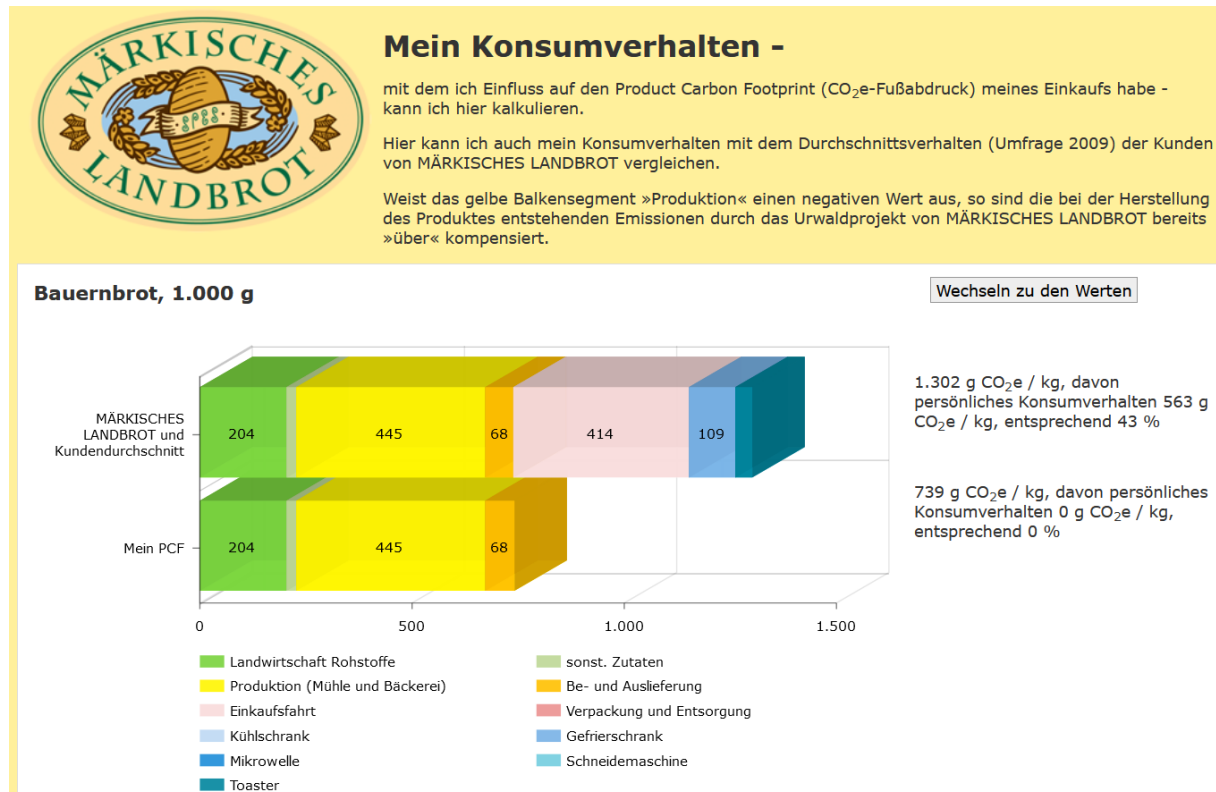
Die MÄRKISCHES LANDBROT GmbH hat einen Berechnungstool für den CO₂e-Fußabdruck (Product Carbon Footprint) für Brot zur Übersicht für ihre Kund:innen entwickelt und auf ihrer Website online gestellt (Abbildung). Das Tool zeigt alle klimarelevanten Treibhausgasemissionen über den gesamten Lebensweg der Backwaren von der Rohstoffherzeugung über die Produktionsprozesse, Einkaufsfahrten und Nutzung durch die Verbraucher:innen bis zur Entsorgung von Verpackungen.

Die webbasierte Lösung des CO₂e-Fußabdruck Rechners ermöglicht es den Kund:innen der Bäckerei, die Treibhausgasauswirkungen ihres persönlichen Konsumverhaltens zu berechnen. Dabei werden nicht nur die THG-Emissionsdaten der Herstellung verschiedener Backwaren berücksichtigt, sondern auch die von den Verbraucher:innen beeinflussbaren Konsumhandlungen im Zusammenhang mit Ernährung, beispielsweise die Einkaufsfahrten, gekühlte Lagerung und das Toasten von Brot im Haushalt. Mit dem digitalen Tool ist es möglich, das kundenspezifische Konsumverhalten zu betrachten und Einsparpotenziale zu identifizieren, indem man verschiedene Alternativen testet. Dadurch ermöglicht die MÄRKISCHES LANDBROT GmbH einen tieferen Erkenntnisgewinn als es ein reines Reporting-Format für die betrieblichen THG-Emissionen darstellen würde. Die von den Nutzer:innen interaktiv mit dem Tool ermittelten Einsparungspotenziale geben Anregungen, wie sich in einfache Verhaltensänderungen im Kauf- und Konsumverhalten zur Verbesserung der persönlichen Umweltbilanz auswirken. Dies bewirkt einen Lerneffekt.

Die MÄRKISCHES LANDBROT GmbH weist auf ihrer Website aber auch darauf hin, dass der CO₂e-Fußabdruck nicht als alleiniges Kriterium in die Bewertung einbezogen werden sollte, sondern auch

der Wasserverbrauch, der Erhalt der biologischen Vielfalt und der natürlichen Ressourcen sowie die umweltverträgliche Landnutzung und regionale Erzeugung zu den Umweltzielen der Firma zählen. Mit dem Angebot des online CO₂e-Fußabdruck Rechners verbessert die Firma ihre Kundenbindung und schafft ein hohes Maß an Transparenz über die Einflussfaktoren auf die THG-Emissionen in der Ernährung mit Backwaren.

Abbildung 11: Online-Berechnungstool für den CO₂e-Fußabdruck von Brot (Beispiel)



Quelle: MÄRKISCHES LANDBROT GmbH 2021 <https://www.landbrot.de/>

Die EWS Elektrizitätswerke Schöнау eG bietet auf ihrer Website den online CO₂-Rechner von klimAktiv und ifeu an (Abbildung). Dieser kann von Stromkund:innen genutzt werden, um den persönlichen CO₂-Fußabdruck im Zusammenhang mit dem individuellen Strombezug zu bestimmen. Diese Information dient als Entscheidungshilfe für die Wahl eines Öko-Stromangebots.

Der CO₂-Rechner ermöglicht auch die Berechnung von individuellen CO₂-Szenarien für zukünftige Energiebezüge in den Haushaltsbereichen Wohnen, Strom, Mobilität, Ernährung und Sonstiges.

Abbildung 12: Online-Berechnungstool für den CO₂-Fußabdruck von Strom (Beispiel)



CO₂ Rechner

Für Bürgerenergieende, Energiegerechtigkeit und Klimaschutz.

EWS
ElektrizitätsWerke
Schönau

Klimaschutz? Ziehen Sie Bilanz mit dem CO₂-Rechner der EWS Schönau!

Klimaschutz geht uns alle an. Aber wissen Sie, wo Sie stehen? ...und welche Maßnahmen zukünftig Ihren CO₂-Fußabdruck entscheidend verbessern können?

Finden Sie heraus, in welchen Bereichen Sie bereits einen Beitrag zum Klimaschutz leisten und wo noch Ihre Potentiale heute und auch morgen verborgen sind:

Meine CO₂-Bilanz

Meine CO₂-Bilanz zeigt Ihnen auf, wie groß Ihr CO₂-Fußabdruck heute ist und wo Sie bereits CO₂ vermeiden.

Mit EWS-Ökostrom und Biogas werden Sie zum Klimaschützer!
Weitere Argumente gibt es hier.

Mein CO₂-Szenario

Mein CO₂-Szenario projiziert Ihre CO₂-Bilanz in die Zukunft und teilt diese in verschiedene Zeitperioden auf.

Mein CO₂-Schnellcheck

Meine CO₂-Bilanz

Quelle: EWS Schönau 2021 <https://ews-schoenau.co2-rechner.de>

Der vom Anbieter KlimAktiv gGmbH und dem ifeu im Rahmen der Nationalen Klimaschutzinitiative entwickelte CO₂-Rechner für Unternehmen dient zur Berechnung des Corporate Carbon Footprints (CCF) von KMU (KlimAktiv 2021). Unternehmen können die intuitiv bedienbare Software zur CO₂-Bilanzierung lizenzieren und auf der Unternehmenswebsite einbinden, um ein transparentes Klimareporting nach Greenhouse Gas Protocol zu ermöglichen. KlimAktiv weist auf die Marketingeffekte und Wettbewerbsvorteile hin, die sich mit der Nutzung des CO₂-Rechners für KMU ergeben. Das Tool ermöglicht ein kontinuierliches Monitoring und Berichterstattung des Klimaschutzengagements und verschafft dadurch Wettbewerbsvorteile in der Wertschöpfungskette.

6 Schlussfolgerungen

Die vorliegende Studie kommt zu dem Ergebnis, dass KMU die beiden Themen Digitalisierung und Nachhaltigkeit bislang selten zusammen denken – obgleich sie in enger Beziehung zueinanderstehen und digitale Lösungen Unternehmen dabei unterstützen können, effizienter und ökologisch nachhaltiger zu wirtschaften. KMU weisen zudem starke Defizite auf, was den Digitalisierungsgrad angeht. Hemmnisse für beide Aspekte sind sowohl im Unternehmen zu finden, etwa weil es an Wissen, Kompetenzen, finanziellen Ressourcen oder auch an Unterstützung durch das obere Management mangelt, als auch unternehmensextern. So geben KMU bzw. Unternehmen unter anderem an, dass Mängel in der IT-Infrastruktur fortbestehen, Unsicherheiten bzgl. Datenschutz und Datensicherheit bestehen und die Nachfrage nach nachhaltigen Produkten unzureichend ist.

Die Studie verdeutlicht dabei, dass digitale Technologien ein *Instrument* für Unternehmen darstellen, um ihre Unternehmensziele möglichst effektiv und effizient zu erreichen. Ob und inwieweit digitale Lösungen zur Verbesserung der Umweltleistung eingesetzt werden, hängt folglich neben Aspekten wie dem digitalen Reifegrad maßgeblich davon ab, welche Bedeutung entsprechende Umweltziele für sie haben. Damit Unternehmen also Digitalisierung und Nachhaltigkeit stärker zusammendenken und digitale Lösungen gezielt für den Umwelt- und Klimaschutz einsetzen, muss die Politik vor allem ausreichend ambitionierte Klima- und Umweltziele setzen.

Im Hinblick auf politische Anreizsysteme besteht auch darüber hinaus Handlungsbedarf, denn trotz einer stetig wachsenden Zahl an Strategien und (Gesetzes-)Initiativen, die das Thema der nachhaltigen Digitalisierung berühren, existieren bislang nur wenige konkrete Instrumente, bei denen die Themen Digitalisierung und Nachhaltigkeit (konsequent) zusammengeführt werden. Neben rechtlichen Vorschriften zu grüner IKT, sind es vor allem finanzielle Förderinstrumente und solche, die den Kompetenzaufbau in KMU beabsichtigen. Ein wesentliches Hemmnis stellt hierbei die in der Einleitung beschriebene ökologische Ambivalenz der Digitalisierung dar: Die direkten und indirekten Effekte der Digitalisierung auf die Umwelt sind nach wie vor unzureichend bekannt bzw. erforscht. Erst wenn diese Wissenslücken geschlossen sind, kann die Politik den nachhaltigen Einsatz digitaler Technologien gezielt(er) steuern.

Sobald Lösungen als nachhaltig identifiziert werden, sollten diese von der Politik dann auch gezielt gefördert und in die Fläche getragen werden. Bestehende Investitionsförderprogramme für KMU sollten zudem deutlich ausgeweitet werden. Parallel dazu sollte die Politik die beiden Themenfelder integrativ betrachten und im Sinne der Politikkohärenz sicherstellen, dass Klima- und Umweltziele Eingang in Digitalisierungs-Policies finden.

Die Kooperation mit ökologisch motivierten Start-ups kann KMU dabei unterstützen, digitale Lösungen für den Umwelt- und Klimaschutz einzusetzen und die eigene Innovations- und Wettbewerbsfähigkeit zu steigern. Aktuell arbeitet allerdings nur etwa ein Drittel der KMU tatsächlich mit Start-ups zusammen, und nur wenige mit ökologisch motivierten Start-ups. Dass KMU bislang nur selten mit Start-ups kooperieren, wird vor allem auf die unterschiedliche Unternehmenskultur und die bisher noch unzureichend strukturierte Kontaktabahnung zurückgeführt. Hier besteht demnach erhebliches Verbesserungspotenzial, um KMU und ökologisch motivierte Start-ups gezielter zusammenzubringen.

Des Weiteren können KMU vom Einsatz digitaler Lösungen im Kontext der Messung, Darstellung und Kommunikation von ökologischer Nachhaltigkeit profitieren. Hierbei ist allerdings festzuhalten, dass die meisten Methoden und Standards zu Umweltmanagementsystemen, Ökobilanzen oder auch zur nichtfinanziellen Berichterstattung nicht explizit für KMU konzipiert sind. Sie sehen zumeist auch keine Erleichterungen für KMU vor. Entsprechend selten finden sie bislang Anwendung. Dennoch ist davon auszugehen, dass KMU perspektivisch verstärkt auf solche Methoden zurückgreifen (müssen), da sowohl seitens der Politik als auch seitens Geschäftskunden und anderer Akteure der Druck wächst, Daten zur Umweltleistung zu erfassen und offenzulegen. Während nur sehr wenige der untersuchten Methoden die Digitalisierung explizit berühren, kann diese v.a. die Datenerfassung und -auswertung bedeutend erleichtern.

Schließlich ist festzuhalten, dass die Studie aufgrund der Komplexität der betrachteten Themenfelder Digitalisierung, ökologische Nachhaltigkeit und KMU nur einen Überblick und damit Erkenntnisse auf einem entsprechenden Abstraktionsniveau bieten kann. Die Digitalisierung umfasst u. a. zahlreiche Technologien, die in sich bereits auf ganz unterschiedliche Art und Weise für den Zweck der ökologischen Nachhaltigkeit eingesetzt werden können. Die Einsatzmöglichkeiten

und der damit verbundene Umweltnutzen variieren u.a. in Abhängigkeit von der Unternehmensbranche sowie mit Blick auf ausdifferenzierte Umweltziele. Nicht zuletzt ist hervorzuheben, dass KMU keine homogene Gruppe darstellen, sondern höchst diverse Unternehmen umfassen, vom lokalen Handwerksbetrieb bis hin zum hochtechnisierten und digitalisierten KMU. Entsprechend unterschiedlich fallen auch die Umweltwirkungen und Herausforderungen dieser Unternehmen im Kontext der ökologisch nachhaltigen Digitalisierung aus.

Dieser Komplexität und Diversität kann in einer Überblicksstudie nicht ausreichend Rechnung getragen werden. Aus Sicht der Autor:innen erscheint es daher zielführend, weitere, spezifischere Studien durchzuführen, um die Potenziale digitaler Lösungen für den Klima- und Umweltschutz in KMU besser zu verstehen. Solche Tiefbohrungen könnten sich auf einzelne Technologien (Bsp. Blockchain), konkrete Anwendungsfälle (Bsp. Steigerung der Energieeffizienz), bestimmte Branchen bzw. Schlüsselsektoren oder auch ausgewählte Umweltziele (Bsp. Erhalt der Biodiversität) beziehen. Sie könnten jeweils beleuchten, welches Potenzial im Allgemeinen besteht, und welchen Herausforderungen KMU im Besonderen gegenüberstehen.

Literaturverzeichnis

Ahlemann, F., Karger, E., Kreimendahl, S., Obermeier, S., Ludwig, D., Maierhofer, M. et al. (2021). Future IT Report 2021.

Ambivation. (2021, März 11). Startup Kollaboration – wie sich eine Kollaboration von einer Kooperation unterscheidet. Verfügbar unter: <https://ambivation.com/de/2021/03/11/startup-kollaboration/>.

Ardito, L., Raby, S., Albino, V. & Bertoldi, B. (2021). The duality of digital and environmental orientations in the context of SMEs: Implications for innovation performance. Journal of Business Research, 123, 44–56. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2020.09.022>.

Assmann. (2019, März 25). Nachweislich nachhaltig – ASSMANN gibt DNK-Erklärung ab. Verfügbar unter: <https://www.assmann.de/aktuelles/blog-asspekte/beitrag/news/nachweislich-nachhaltig-assmann-gibt-dnk-erklaerung-ab/>.

Assmann. (2021). Gute Arbeit. Das ASSMANN Prinzip. Verfügbar unter: <https://www.assmann.de/unternehmen/assmann-prinzip/>.

Beier, G., Fritzsche, K., Kunkel, S., Matthess, M., Niehoff, S., Reißig, M. et al. (2020). Grüne digitalisierte Wirtschaft?. IASS FACT SHEET 1/2020. Potsdam: Institute for Advanced Sustainability Studies (IASS). Verfügbar unter: https://publications.iass-potsdam.de/rest/items/item_6000055_5/component/file_6000060/content.

Beier, G., Ullrich, A., Niehoff, S., Reißig, M. & Habich, M. (2020). Industry 4.0: How it is defined from a sociotechnical perspective and how much sustainability it includes – A literature review. Journal of Cleaner Production, 259, 120856. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120856>.

Bellmann, L. & Koch, T. (2019). Ökologische Nachhaltigkeit in deutschen Unternehmen: Empirische Ergebnisse auf Basis des IAB-Betriebspanels 2018. IAB-Forschungsbericht No. 8/2019. Nürnberg: Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (IAB). Verfügbar unter: <http://hdl.handle.net/10419/204774>.

Berg, H., Bendix, P., Jansen, M., Le Blévenec, K., Bottermann, P., Magnus Melgar, M. et al. (2021). Unlocking the potential of Industry 4.0 to reduce the environmental impact of production. Eionet Report - ETC/WMGE 2021/5. Verfügbar unter: <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwisiQWos8rzAhWD2KQKHU61AKoQFnoECAQQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.eionet.europa.eu%2Fetcs%2Fetc-wmge%2Fproducts%2Funlocking-the-potential-of-industry-4-0-to-reduce-the-environmental-impact-of-production%2F%40%40download%2Ffile%2FFinal%2520for%2520website.pdf&usg=AOvVaw2uleB1HWvXWNw84k9ARFYC>.

Berg, H., Le Blévenec, K., Kristoffersen, E., Strée, B., Witomski, A., Stein, N. et al. (2020): Digital circular economy as a cornerstone of a sustainable European industry transformation. White Paper - ECERA European Circular Economy Research Alliance. Verfügbar unter: DOI:10.13140/RG.2.2.13769.36966

Bertschek, I., Erdsiek, D., Niebel, T., Schuck, B., Seifried, M., Ewald, J. et al. (2020). Schwerpunktstudie Digitalisierung und Energieeffizienz. Erkenntnisse aus Forschung und Praxis: 2020. Berlin: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi). Verfügbar unter: <http://hdl.handle.net/10419/230964>.

bitkom. (2020). Digitalisierung sorgt für mehr Nachhaltigkeit in der Industrie. Verfügbar unter: <https://www.bitkom-research.de/de/pressemitteilung/digitalisierung-sorgt-fuer-mehr-nachhaltigkeit-der-industrie>.

bitkom. (2021). Klimaeffekte der Digitalisierung: Studie zur Abschätzung des Beitrags digitaler Technologien zum Klimaschutz. Verfügbar unter: https://www.bitkom.org/sites/default/files/2021-03/bitkom_studie_klimaeffekte-der-digitalisierung_final_210318.pdf.

Blechwarenfabrik Limburg (BL) (2020): BL erhält Umweltpreis <https://www.blechwaren-limburg.de/bibliothek/aktuelles-aus-der-bl/details/bl-erhaelt-umweltpreis> zuletzt abgerufen am 2.12.2021.

Blind, K.; Böhm, M.; Grzegorzewska, P.; Katz, A.; Muto, S.; Pätsch, S.; Sivan, P.; Schubert, T. (2019): Study about the impact of open source software and hardware on technological independence, competitiveness and innovation in the EU economy. Final study report. Verfügbar unter: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/study-about-impact-open-source-software-and-hardware-technological-independence-competitiveness-and>, zuletzt abgerufen am 27.10.2021.

BMJV. (2021). Corporate Digital Responsibility-Kodex: Freiwillige Selbstverpflichtung mit Bericht.

BMWi. (2018). Monitoring-Report Wirtschaft DIGITAL 2018 – Wirtschaftsindex DIGITAL. Verfügbar unter: <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Digitale-Welt/monitoring-report-wirtschaft-digital-2018-langfassung.html>.

BMWi. (2020). Nachhaltige Produktion: Mit Industrie 4.0 die Ökologische Transformation aktiv gestalten. Impulspapier der Task Force Nachhaltigkeit. Verfügbar unter: <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Industrie/industrie-4-0-nachhaltige-produktion.html>.

BMWi. (2021). Zusammenarbeit von KMU und Start-ups: Themenheft Mittelstand-Digital. Verfügbar unter: <https://www.mittelstand-digital.de/MD/Redaktion/DE/Publikationen/Themenheft/themenheft-kmu-und-start-ups.html>.

Borderstep Institut. (2021, November 15). Borderstep-Leiter Klaus Fichter im VHB-Interview. Borderstep Institut für Innovation und Nachhaltigkeit. Verfügbar unter: <https://www.borderstep.de/2021/11/15/borderstep-leiter-klaus-fichter-im-vhb-interview/>.

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) (2019): Natürlich. Digital. Nachhaltig. Ein Aktionsplan des BMBF. Verfügbar unter: https://www.bmbf.de/SharedDocs/Publikationen/de/bmbf/pdf/natuerlich-digital-nachhaltig.pdf;jsessionid=33FBE55C5D0BBB0D045C44E55DB4BD10.live382?_blob=publicationFile&v=2, zuletzt abgerufen am 27.10.2021.

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) (2020): Umweltpolitische Digitalagenda. Verfügbar unter: https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Digitalisierung/digitalagenda_bf.pdf, zuletzt abgerufen am 27.10.2021.

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) (2020): Förderbekanntmachung für ein bundesweites „Netzwerk Mittelstand-Digital“ (Netzwerk aus Zentren zum Transfer von neuen Technologien und digitalen Anwendungen für die Digitalisierung und überbetriebliche Vernetzung in der Wirtschaft). Verfügbar unter: https://www.mittelstand-digital.de/MD/Redaktion/DE/PDF-Anlagen/foerderbekanntmachung-m-d.pdf?_blob=publicationFile&v=2, zuletzt abgerufen am 26.11.2021.

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) (o.J.a): Europäische Mittelstandspolitik. Verfügbar unter: <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Textsammlungen/Mittelstand/europaeische-mittelstandspolitik.html>, zuletzt abgerufen am 27.10.2021.

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) (o.J.b): Digitalisierung im Mittelstand voranbringen. Verfügbar unter: <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Dossier/mittelstanddigitalisieren.html>, zuletzt abgerufen am 27.10.2021.

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) und Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) (o.J.): Hintergrund zur Plattform Industrie 4.0. Verfügbar unter: <https://www.plattform-i40.de/IP/Navigation/DE/Plattform/Hintergrund/hintergrund.html>, zuletzt abgerufen am 27.10.2021.

Business Finland (o.J.): Smart Energy Finland. Verfügbar unter: <https://www.businessfinland.fi/en/for-finnish-customers/services/programs/smart-energy-finland>, zuletzt abgerufen am 27.10.2021.

Canfora P., Gaudillat P., Antonopoulos I. und Dri M. (2020): Best Environmental Management Practice in the Telecommunications and ICT Services sector. *Joint Research Centre* https://susproc.jrc.ec.europa.eu/product-bureau/sites/default/files/inline-files/jrc121781_final_bemp_report_telecom-ict_1.pdf zuletzt abgerufen am 2.11.2021.

Conseil National du Numérique (CNN) (2020): Roadmap on the Environment and Digital Technology. 50 measures for a French and European agenda on responsible digital technologies: sustainable and at the service of the ecological transition and of the sustainable development goals. Verfügbar unter: <https://cnnumerique.fr/files/uploads/2020/CNNum%20-%20Press%20kit%20environment%20%26%20digital.pdf>, zuletzt abgerufen am 27.10.2021.

Denicolai, S., Zucchella, A. & Magnani, G. (2021). Internationalization, digitalization, and sustainability: Are SMEs ready? A survey on synergies and substituting effects among growth paths. *Technological Forecasting and Social Change*, 166, 120650. doi:<https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.120650>.

Department for Environment, Food & Rural Affairs (DEFRA) (2018): Greening government: sustainable technology strategy 2020. Verfügbar unter: <https://www.gov.uk/government/publications/greening-government-sustainable-technology-strategy-2020>, zuletzt abgerufen am 27.10.2021.

Deschauer, M., Wallisch, M. & Chlosta, S. (2021). Mittelstand meets Startup 2021: Potenziale der Zusammenarbeit. RKW Kompetenzzentrum. Verfügbar unter: <https://www.rkw-kompetenzzentrum.de/publikationen/studie/mittelstand-meets-startup-2021/>.

Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU) (o.J.): Green Start-up Programm. Verfügbar unter: <https://www.dbu.de/startup>, zuletzt abgerufen am 19.11.2021.

DGCN (Deutsches Global Compact Netzwerk) (2018): Studie zur Umsetzung des deutschen CSR-Richtlinie-Umsetzungsgesetzes (CSR-RUG). https://econsense.de/app/uploads/2018/06/Studie-CSR-RUG_econsense-DGCN_2018.pdf, zuletzt abgerufen am 22.11.2021.

Dhaher, Omar (2020): Standardisation Success Story: India adopts oneM2M as a nationwide standard for IoT. Verfügbar unter: https://www.digitalsme.eu/blog/2020/10/21/standardisation_success_onem2m_india/, zuletzt abgerufen am 27.10.2021.

DigitalEurope (o.J.): Policy Sustainability. Verfügbar unter: <https://www.digitaleurope.org/policies/sustainability-environment/>, zuletzt abgerufen am 27.10.2021.

DIHK (2021) EMAS TN-Anzahl-Bundesländer. https://www.emas.de/fileadmin/user_upload/4-daten-stat/EMAS-TN-Anzahl-Bundeslaender-DIHK.pdf zuletzt abgerufen am 2.11.2021.

DIN EN ISO 14001:2015-11 (2015): Umweltmanagementsysteme - Anforderungen mit Anleitung zur Anwendung. Beuth Verlag GmbH Berlin.

DIN EN ISO 14064-1:2019-06 (2019): Treibhausgase - Teil 1: Spezifikation mit Anleitung zur quantitativen Bestimmung und Berichterstattung von Treibhausgasemissionen und Entzug von Treibhausgasen auf Organisationsebene. Beuth Verlag GmbH Berlin.

Domenica, N. D., Mitra, G., Valente, P. & Biribilis, G. (2007). Stochastic programming and scenario generation within a simulation framework: An information systems perspective. *Decision Support Systems*, 42 (4), 2197–2218. doi:<https://doi.org/10.1016/j.dss.2006.06.013>.

Donhauser, T., Endter, U., Schmidt, T., Baier, L., Schuderer, P. & Franke, J. (2020). Echtzeitabbild der Produktion: Betriebsbegleitende Materialflusssimulation. *wt Werkstattstechnik - Online*, 110, 214–219. doi:10.37544/1436-4980-2020-04-48.

ECMA (2010): ECMA 341 - Environmental Design Considerations for ICT & CE Products, https://www.ecma-international.org/wp-content/uploads/ECMA-341_4th_edition_december_2010.pdf zuletzt abgerufen am 2.11.2021.

ETSI (2011): TS 103 199, Environmental Engineering (EE); Life Cycle Assessment (LCA) of ICT equipment, networks and services; General methodology and common requirements. European Telecommunications Standards Institute https://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/103100_103199/103199/01.01.01_60/ts_103199v010101p.pdf zuletzt abgerufen am 2.11.2021.

Europäisches Parlament (EP) (2021): Nachhaltigkeit in Produktion und Verbrauch. Verfügbar unter: <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/de/sheet/77/nachhaltigkeit-in-produktion-und-verbrauch>, zuletzt abgerufen am 27.10.2021.

Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union (2009): Verordnung Nr.1221/2009 über die freiwillige Teilnahme von Organisationen an einem Gemeinschaftssystem für Umweltmanagement und Umweltbetriebsprüfung. Amtsblatt der Europäischen Union L342/1.

Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union (2014): RICHTLINIE 2014/95/EU DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 22. Oktober 2014 zur Änderung der Richtlinie 2013/34/EU im Hinblick auf die Angabe nichtfinanzieller und die Diversität betreffender Informationen durch bestimmte große Unternehmen und Gruppen. Abrufbar unter: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN-DE/TXT/?from=EN&uri=CELEX%3A32014L0095>.

European Commission (2012): Product Environmental Footprint (PEF) Guide. <https://ec.europa.eu/environment/eusdd/pdf/footprint/PEF%20methodology%20final%20draft.pdf>, zuletzt abgerufen am 3.11.2021.

European Commission (2021d): Annex to the Draft decision - Ares(2021)342345 [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=PI_COM:Ares\(2021\)342345](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=PI_COM:Ares(2021)342345), zuletzt abgerufen am 2.11.2021.

European Commission (2021e): EMAS Registrations. https://ec.europa.eu/environment/emas/emas_registrations_en.htm, zuletzt abgerufen am 2.11.2021.

European Commission (2021f): The Environmental Footprint Pilots, https://ec.europa.eu/environment/eusdd/smgp/ef_pilots.htm, zuletzt abgerufen am 3.11.2021.

European Commission (2021g): Questions and Answers: Corporate Sustainability Reporting Directive proposal. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/qanda_21_1806, zuletzt abgerufen am 22.11.2021.

European Commission (EC) (2017): Leitlinien für die Berichterstattung über nichtfinanzielle Informationen. Amtsblatt der Europäischen Union | C 215/1. Verfügbar unter: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN-DE/TXT/?from=EN&uri=CELEX%3A52017XC0705%2801%29> zuletzt abgerufen am 2.11.2021.

European Commission (EC) (2019a): Europäischer Grüner Deal. Erster klimaneutraler Kontinent werden. Verfügbar unter: https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_de, zuletzt abgerufen am 27.10.2021.

European Commission (EC) (2019b): Europäische Datenstrategie. Die EU zum Vorbild für eine digitale Gesellschaft machen. Verfügbar unter: https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/european-data-strategy_de, zuletzt abgerufen am 27.10.2021.

European Commission (EC) (2020a): Circular economy action plan. Verfügbar unter: https://ec.europa.eu/environment/strategy/circular-economy-action-plan_en, zuletzt abgerufen am 27.10.2021.

European Commission (EC) (2020b): Biodiversitätsstrategie für 2030. Verfügbar unter: https://ec.europa.eu/environment/strategy/biodiversity-strategy-2030_de, zuletzt abgerufen am 27.10.2021.

European Commission (EC) (2020c): Europäische Industriestrategie. Verfügbar unter: https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/european-industrial-strategy_de, zuletzt abgerufen am 27.10.2021.

European Commission (EC) (2020d): Communication COM/2020/103: An SME Strategy for a sustainable and digital Europe. Verfügbar unter: https://knowledge4policy.ec.europa.eu/publication/communication-com2020103-sme-strategy-sustainable-digital-europe_en, zuletzt abgerufen am 27.10.2021.

European Commission (EC) (2020e): REGULATION OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL on European data governance (Data Governance Act). Verfügbar unter: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52020PC0767>, zuletzt abgerufen am 27.10.2021.

European Commission (EC) (2020f): Neue Cybersicherheitsstrategie der EU und neue Vorschriften zur Erhöhung der Widerstandsfähigkeit kritischer physischer und digitaler Einrichtungen. Verfügbar unter: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/de/ip_20_2391, zuletzt abgerufen am 27.10.2021

European Commission (EC) (2021a): Zero pollution action plan. Towards zero pollution for air, water and soil. Verfügbar unter: https://ec.europa.eu/environment/strategy/zero-pollution-action-plan_de, zuletzt abgerufen am 27.10.2021.

European Commission (EC) (2021b): EU Countries Commit to Leading the Green Digital Transformation. Verfügbar unter: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/news/eu-countries-commit-leading-green-digital-transformation>, zuletzt abgerufen am 27.10.2021.

European Commission (EC) (2021c): Companies take action to support the green and digital transformation of the EU. Verfügbar unter: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/news/companies-take-action-support-green-and-digital-transformation-eu>, zuletzt abgerufen am 27.10.2021.

European Commission (EC) (o.J.): Open source software strategy. Verfügbar unter: https://ec.europa.eu/info/departments/informatics/open-source-software-strategy_en, zuletzt abgerufen am 27.10.2021.

European Commission (EC) (o.J.-b): Corporate sustainability reporting. Verfügbar unter: https://ec.europa.eu/info/business-economy-euro/company-reporting-and-auditing/company-reporting/corporate-sustainability-reporting_de zuletzt abgerufen am 21.11.2021.

European Commission. (2020a). Flash-Eurobarometer 486: Factsheet Deutschland. Verfügbar unter: <https://europa.eu/eurobarometer/api/deliverable/download/file?deliverableId=73514>.

European Commission. (2020b). Flash Eurobarometer 486: SMEs, Start-ups, Scale-ups and Entrepreneurship. Brussels. Verfügbar unter: <https://europa.eu/eurobarometer/surveys/detail/2244>.

European Digital SME Alliance (o.J.): Sustainable Digitalisation. Verfügbar unter: <https://www.digitalsme.eu/sustainable-digitalisation/>, zuletzt abgerufen am 27.10.2021.

European Investment Bank. (2020). Investitionsumfrage der EIB 2020: Deutschland Überblick. doi:10.2867/904099.

European Investment Bank. (2021). EIB Investment Report 2020/2021 : Building a smart and green Europe in the Covid-19 era. doi:10.2867/904099.

European Resource Efficiency Knowledge Network (o.J.): About. Verfügbar unter: <https://www.resourceefficient.eu/en/about>, zuletzt abgerufen am 27.10.2021.

European Union (o.J.): InvestEU. Verfügbar unter: https://europa.eu/investeu/about-investeu_de, zuletzt abgerufen am 27.10.2021.

EY. (2019). Digitalisierung im deutschen Mittelstand. Befragungsergebnisse Frühjahr 2019. Verfügbar unter: https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKewjr36K-kfzzAhUiQvEDHfDZCVsQFnoECBkQAQ&url=https%3A%2F%2Fassets.ey.com%2Fcontent%2Fdam%2Fey-sites%2Fey-com%2Fde_de%2Fnews%2F2019%2F06%2Fey-mittelstandsbarometer-deutschland-digitalisierung-2019.pdf%3Fdownload&usg=AOvVaw3b4YxWKS3hVxuFbr9Pxcg.

Ficarra, M., Rückert, D., Weiss, A. & Weiss, C. (2021). Digitalisation in Europe 2020-2021: Evidence from the EIB Investment Survey. European Investment Bank. doi:10.2867/1363.

Fichter, K. & Olteanu, Y. (2021). Green Startup Monitor 2021. Berlin: Borderstep Institut, Bundesverband Deutsche Startups e. V. Verfügbar unter: <https://www.borderstep.de/publikation/fichter-k-olteanu-y-2021-green-startup-monitor-2021-berlin-borderstep-institut-bundesverband-deutsche-startups-e-v/>.

Fichter, K., Hurrelmann, K. & Clausen, J. (2021). Konzeptstudie „Sustainability Hubs“: Ein Beitrag zur Weiterentwicklung der deutschen Umweltinnovationspolitik. Konzeptstudie. Borderstep Institut für Innovation und Nachhaltigkeit gemeinnützige GmbH, Umweltbundesamt. Verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/konzeptstudie-sustainability-hubs>.

forsa. (2021). ESG-Herausforderungen für Großunternehmen in Deutschland. Berlin: Official Monetary and Financial Forum. Verfügbar unter: https://bankenverband.de/media/uploads/2021/06/17/2021-06-17_bankenverband_omfif_forsa_umfrage.pdf.

Gensch, C.-O.; Behrens, F.; Braungardt, S.; Gailhofer, P.; Gröger, J.; Sutter, J.; Degel, M.; Fritzsche, K.; Bauer, S.; Steck, L. (2021): Deutschland auf dem Weg zur Klimaneutralität: Welche Chancen und Risiken ergeben sich durch die Digitalisierung? Abschlussbericht zum Vorhaben 1000333379 der KfW. Verfügbar unter: https://www.kfw.de/PDF/Download-Center/Konzernthemen/Research/PDF-Dokumente-Studien-und-Materialien/KfW_Digitalisierung_Klimaschutz.pdf, zuletzt abgerufen am 27.10.2021.

Gensch, C.-O.; Gailhofer, P.; Gsell, M. (2019): Digitalisierung und Nachhaltigkeit: Politische Gestaltung zwischen Möglichkeiten, falschen Versprechungen und Risiken. Working Paper. Öko-Institut. Verfügbar unter: <https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/WP-Digitalisierung-Nachhaltigkeit.pdf>, zuletzt abgerufen am 27.10.2021.

Global Reporting Initiative (2021): GRI Standards. <https://www.globalreporting.org/how-to-use-the-gri-standards>, zuletzt abgerufen am 3.11.2021.

Goerzig, D. & Bauernhansl, T. (2018). Enterprise Architectures for the Digital Transformation in Small and Medium-sized Enterprises. Procedia CIRP, 67, 540–545. doi:10.1016/j.procir.2017.12.257.

Gomez-Trujillo, A. M. & Gonzalez-Perez, M. A. (2021). Digital transformation as a strategy to reach sustainability. Smart and Sustainable Built Environment, ahead-of-print (ahead-of-print). Emerald Publishing Limited. doi:10.1108/SASBE-01-2021-0011.

Griese, K.-M., Hirschfeld, G. & Baringhorst, S. (2019). Unternehmen zwischen Digitalisierung und Nachhaltigkeit – eine empirische Untersuchung. NachhaltigkeitsManagementForum | Sustainability Management Forum, 27 (1), 11–21. doi:10.1007/s00550-018-0482-y.

Gröger, J.; Köhn, M.; Stobbe, L. (2020): Energie- und Ressourceneffizienz digitaler Infrastrukturen. Ergebnisse des Forschungsprojektes „Green Cloud-Computing“. Online verfügbar unter https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/publikationen/politische-handlungsempfehlungen-green-cloud-computing_2020_09_07.pdf, zuletzt abgerufen am 27.10.2021.

halocline. (2021). Der Weg zum optimalen Produktionsprozess: Drei Planungsschritte in Ihrer virtuellen Fabrik. Verfügbar unter: <https://halocline.io>.

Hedberg, A. und Sipka, S. (2020): Towards a green, competitive and resilient EU economy: How can digitalisation help? Discussion paper. Sustainable Prosperity for Europe Programme European Policy Center. Verfügbar unter: https://www.epc.eu/content/PDF/2020/Towards_a_green_competitive_and_resilient_EU_economy.pdf, zuletzt abgerufen am 27.10.2021.

Herden, C. J., Alliu, E., Cakici, A., Cormier, T., Deguelle, C., Gambhir, S. et al. (2021). "Corporate Digital Responsibility". Sustainability Management Forum | NachhaltigkeitsManagementForum, 29 (1), 13–29. doi:10.1007/s00550-020-00509-x.

Höfner, A. und Frick, V. (2019): Was Bits und Bäume verbindet. Digitalisierung nachhaltig gestalten. Oekom verlag. Verfügbar unter: https://www.researchgate.net/publication/334231664_Was_Bits_und_Baume_verbindet_Digitalisierung_nachhaltig_gestalten/link/5d1e1caf458515c11c12600f/download, zuletzt abgerufen am 27.10.2021.

Horne, R., Grant, T., und Verghese, K. (2009): Life Cycle Assessment: Principles, Practice and Prospects. CSIRO Publishing, Collingwood Victoria, 192pp.

Isensee, C., Teuteberg, F., Griesse, K.-M. & Topi, C. (2020). The relationship between organizational culture, sustainability, and digitalization in SMEs: A systematic review. Journal of Cleaner Production, 275, 122944. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122944>

Kettner, S. E. & Thorun, C. (2021). Corporate Digital Responsibility: Ergebnisse eine repräsentativen Verbraucherbefragung. Verfügbar unter: https://www.bmfv.de/SharedDocs/Downloads/DE/PDF/Berichte/CDR_ConPolicy_Fact_Sheets.html.

KfW. (2021). Rückläufige Innovationskraft des Mittelstands schwächt auch seine Digitalisierung. Verfügbar unter: https://www.kfw.de/Über-die-KfW/Newsroom/Aktuelles/Pressemitteilungen-Details_664832.html.

KlimAktiv (2021): CO₂ Rechner - Das System zur Erfassung des Corporate Carbon Footprints. <https://www.klimaktiv.de/de/299/unternehmen.html> , zuletzt abgerufen am 25.11.2021.

Kollmann, T., Jung, P. B., Kleine-Stegemann, L., Ataee, J. & de Cruppe, K. (2020). Deutscher Startup Monitor 2020: Innovation statt Krise. Bundesverband Deutsche Startups e. V., PwC Deutschland. Verfügbar unter: https://deutscherstartupmonitor.de/wp-content/uploads/2020/09/dsm_2020.pdf.

Kollmann, T., Kleine-Stegeman, L., Then-Bergh, C., Harr, M., Hirschfeld, A., Gilde, J. et al. (2021). Deutscher Startup Monitor 2021: Nie war mehr möglich. Bundesverband Deutsche Startups e. V., PwC Deutschland. Verfügbar unter: <https://deutscherstartupmonitor.de>.

KPMG (2020): The time has come. The KPMG Survey of Sustainability Reporting 2020. <https://home.kpmg/be/en/home/insights/2020/12/sus-the-kpmg-survey-of-sustainability-reporting-2020.html>, zuletzt abgerufen am 22.11.2021.

Kühn, L. & Jantz-Klinkner, L. (2018). Startups als Innovationsmotor für KMU. Potenzialstudie. im Rahmen des Cross-Cluster-Projekts von Chemie-Cluster Bayern GmbH und Trägerverein Umwelttechnologie-Cluster Bayern e.V. Verfügbar unter: https://www.umweltcluster.net/images/projekte/180917_Startups_als_Innovationsmotor_für_KMU_Potenzialstudie_final.pdf.

Lang, T. & Ewald, J. (2020). Digitalisierung und Energieeffizienz, Desk Research-Literaturstudie im Rahmen des BMWi-Projekts „Entwicklung und Messung der Digitalisierung der Wirtschaft am Standort Deutschland“. Verfügbar unter: <https://www.iwkoeln.de/studien/thorsten-lang-digitalisierung-und-energieeffizienz.html>.

Larbig, C., Mercandetti, F. & Tuoizzo, V. (2017). KMU und Startups: Kurs auf Kollaboration! Verfügbar unter: <https://www.zukunftsinstitut.de/artikel/kmu-und-startups-kurs-auf-kollaboration/>.

Lernende Systeme (o.J.): Die Plattform für Künstliche Intelligenz. Verfügbar unter: <https://www.plattform-lernende-systeme.de/mittelstand.html>, zuletzt abgerufen am 26.11.2021.

Löher, J., Ivens, S. & Schlepphorst, S. (2018). Die größten Familienunternehmen in Deutschland: Unternehmensbefragung 2018-Kooperationen mit Start-ups. Institut für Mittelstandsforschung (IfM). Verfügbar unter: https://www.researchgate.net/publication/326345397_Die_grossten_Familienunternehmen_in_Deutschland_Unternehmensbefragung_2018-Kooperationen_mit_Start-ups.

Lundberg, A. (2018). The digital transformation - potential and barriers. A case study of a manufacturing company and its digitalisation towards a more sustainable production. Masterthesis. Universität Karlstad. Verfügbar unter: <http://www.diva-portal.se/smash/get/diva2:1242131/FULLTEXT01.pdf>.

Menn, J. P. (2021): Höher, schneller, weiter... Belastet die Digitalisierung die Umwelt oder bietet sie Chancen diese zu schonen? Ein Gastbeitrag von Jan Philipp Menn, VDI Zentrum Ressourceneffizienz GmbH. Verfügbar unter: <https://nachhaltig.digital/blog/1301>, zuletzt abgerufen am 02.12.2021

Mercandetti, F., Larbig, C., Tuoizzo, V. & Steiner, T. (2017). Innovation by Collaboration between Startups and SMEs in Switzerland. Technology Innovation Management Review, 7, 23–31. doi:10.22215/timreview/1125.

Ministero dell'Economia e delle Finanze (MEF) (2021): The 2021 Budget Law. Verfügbar unter: <https://www.mef.gov.it/en/focus/The-2021-Budget-Law-00001/>, zuletzt abgerufen am 27.10.2021.

Ministry of Environment and Food (MEF) and Ministry of Industry, Business and Financial Affairs (MIBFA) (2018): Strategy for Circular Economy. More value and better environment through design, consumption, and recycling. Verfügbar unter: https://circulareconomy.europa.eu/platform/sites/default/files/eng_mfvm_cirkulaer_oekonomi_as5_uk_final_web.pdf, zuletzt abgerufen am 27.10.2021.

Muller, P., Devnani, S., Ladher, R., Cannings, J., Murphy, E., Robin, N. et al. (2021). Annual Report on European SMEs 2020/2021: Digitalisation of SMEs Background document. No. EASME/COSME/2020/SC/001. Verfügbar unter: <https://op.europa.eu/de/publication-detail/-/publication/849659ce-dadf-11eb-895a-01aa75ed71a1>.

Neligan, A., Engels, B., Schaefer, T., Schleicher, C., Fritsch, M., Schmitz, E. et al. (2021). Digitalisierung als Enabler für Ressourceneffizienz in Unternehmen. Gutachten im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie. Berlin: Institut der deutschen Wirtschaft Köln e. V. Verfügbar unter: <https://www.iwkoeln.de/studien/adriana-neligan-digitalisierung-als-enabler-fuer-ressourceneffizienz-in-unternehmen.html>.

Neumarkter Lammsbräu (2021a): Über die Neumarkter Lammsbräu. <https://www.lammsbraeu.de/ueber-uns>, zuletzt abgerufen am 24.11.2021.

Neumarkter Lammsbräu (2021b): Nachhaltigkeitsbericht 2020. <https://www.lammsbraeu.de/ueber-uns/nachhaltigkeitsbericht?hsCtaTracking=c54662f1-2393-4313-8837-36c4bdb2ba71%7C191aab73-8abb-4177-af42-03ed2f54677e>, zuletzt abgerufen am 24.11.2021.

Office of Gas and Electricity Markets (OFGEM) (o.J.): Smart meter transition and the Data Communications Company (DCC). Verfügbar unter: <https://www.ofgem.gov.uk/energy-policy-and-regulation/policy-and-regulatory-programmes/smart-meter-transition-and-data-communications-company-dcc>, zuletzt abgerufen am 27.10.2021.

Rat für Nachhaltige Entwicklung (2020): Leitfaden zum Deutschen Nachhaltigkeitskodex. <https://www.deutscher-nachhaltigkeitskodex.de/de-DE/Documents/PDFs/Sustainability-Code/Leitfaden-zum-Deutschen-Nachhaltigkeitskodex.aspx>, zuletzt abgerufen am 2.11.2021.

Reckert, K. (2019): Die digitale Fabrik: Ein Unternehmen setzt Umweltmaßstäbe. <https://www.vdi-nachrichten.com/karriere/work-life-balance/die-digitale-fabrik-ein-unternehmen-setzt-umweltmassstaebe/>, zuletzt abgerufen am 2.12.2021.

Rizos, V., Behrens, A., Van der Gaast, W., Hofman, E., Ioannou, A., Kafyeke, T. et al. (2016). Implementation of Circular Economy Business Models by Small and Medium-Sized Enterprises (SMEs): Barriers and Enablers. *Sustainability*, 8 (11). doi:10.3390/su8111212.

Röhl, K.-H. & Engels, B. (2021). More Cooperation Between Startups and SMEs as an Opportunity for Digital Transformation and Innovation. *Wirtschaftsdienst* (Hamburg, Germany : 1949), 101 (5), 381–386. Springer Berlin Heidelberg. doi:10.1007/s10273-021-2922-5.

Rüter, J. & Fink, J. (2021). nachhaltig.digital Monitor 2020: Status-quo zu Nachhaltigkeit und Digitalisierung im Mittelstand. Osnabrück. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.24359/JKAB-CM29>.

Saam, M., Viete, S. & Schiel, S. (2016). Digitalisierung im Mittelstand: Status Quo, aktuelle Entwicklungen und Herausforderungen. ZEW-Gutachten und Forschungsberichte. Mannheim: Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW). Verfügbar unter: <http://hdl.handle.net/10419/145963>.

Sassen, Prof. Dr. R., Azizi, L., Bien, Dr. C. & Braun, V. (2021). Studie Stand nachhaltigen Wirtschaftens in Deutschland. GWT im Auftrag von Rat für Nachhaltige Entwicklung (RNE). Verfügbar unter: https://www.nachhaltigkeitsrat.de/wp-content/uploads/2021/05/2105012_Studie_Stand_nachhaltiges_Wirtschaften_Deutschland.pdf.

Schuh, G. & Stich, V. (2012). Produktionsplanung und -steuerung 1: Evolution der PPS (Band 4).

Smart Otaniemi (o.J.): About us. Verfügbar unter: <https://smartotaniemi.fi/about-us/>, zuletzt abgerufen am 27.10.2021.

Telekom & techconsult. (2020). Digitalisierungsindex Mittelstand 2020/2021: Der digitale Status quo des deutschen Mittelstands. Verfügbar unter: <https://www.digitalisierungsindex.de/studie/gesamtbericht-2019/>.

Too good to go (o.J.): Europa. The Movement against Food Waste. Verfügbar unter: <https://toogoodtogo.de/de/movement/politics/europe>, zuletzt abgerufen am 27.10.2021.

Umweltbundesamt (2019): Digitalisierung nachhaltig gestalten. Ein Impulspapier des Umweltbundesamtes. Verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/digitalisierung-nachhaltig-gestalten>, zuletzt abgerufen am 27.10.2021.

Umweltbundesamt (2021): Ökodesign-Richtlinie. Verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/wirtschaft-konsum/produkte/oekodesign/oekodesign-richtlinie#umweltfreundliche-gestaltung-von-produkten>, zuletzt abgerufen am 27.10.2021.

Umweltbundesamt (2021b): Umwelt- und Energiemanagementsysteme. <https://www.umweltbundesamt.de/daten/umwelt-wirtschaft/umwelt-energiemanagementsysteme#iso-14001>

VDMA (2019): Kreislaufwirtschaft 4.0: Wie die Digitalisierung die Kreislaufwirtschaft ankurbeln kann. Positionspapier. Verfügbar unter: http://www.impulsstiftung.de/documents/106103/29262333/VDMA%2520digitalisierte%2520Kreislaufwirtschaft_1550156708193.pdf/1caaae5e-89d2-23d4-4dfa-f0ea13d762ce

Wang, L. (2017). Heterogeneous Data and Big Data Analytics. *Automatic Control and Information Sciences*, 3 (1), 8–15. Science and Education Publishing. doi:10.12691/acis-3-1-3.

Wilts, H. & Berg, H. (2017): Digitale Kreislaufwirtschaft: die digitale Transformation als Wegbereiter ressourcenschonender Stoffkreisläufe. Working Paper. (Band 2017,4, S. 7). Wuppertal: Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie. Verfügbar unter: <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:bsz:wup4-opus-69775>

Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU) (2019): Unsere gemeinsame digitale Zukunft. Berlin: WBGU. Verfügbar unter: https://www.wbgu.de/fileadmin/user_upload/wbgu/publikationen/hauptgutachten/hg2019/pdf/wbgu_hg2019.pdf, zuletzt abgerufen am 27.10.2021.

World Resources Institute (2004): The Greenhouse Gas Protocol. A Corporate Accounting and Reporting Standard (revised edition). <https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/ghg-protocol-revised.pdf>, zuletzt abgerufen am 2.11.2021.

Wrobel, M., Preiß, K. & Schildhauer, T. (2017). Kooperationen zwischen Startups und Mittelstand. Learn. Match. Partner. Berlin: Alexander von Humboldt Institute for Internet and Society. Verfügbar unter: <http://hdl.handle.net/10419/172330>.

Anhang

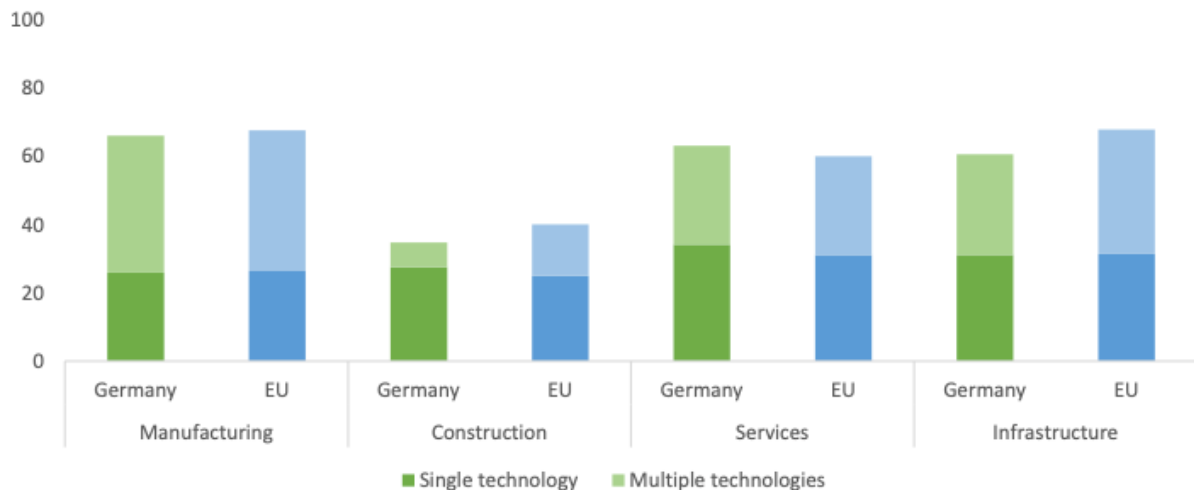
Anhang I. Übersicht zu Interviews

Organisation	Rolle	Name	Vorname	Titel	Position	Kooperation
ASSMANN Büromöbel GmbH & Co. KG	KMU	Bartels	Jannik		Ingenieur	Halocline GmbH & Co. KG
Codecentric AG	KMU	Verhoelen	Jonas		Senior IT Consultant	UNO INO
Lorenz GmbH & Co. KG	KMU	Mauß	Wilhelm		Geschäftsführer	
Halocline GmbH & Co. KG	Start-up	Schüler	Thomas	Dr.	Gründer & Geschäftsführer	ASSMANN Büromöbel GmbH & Co. KG
sustainabill GmbH	Start-up	Wiesen	Klaus		Gründer & Geschäftsführer	Riese & Müller, SHARE
cirplus GmbH	Start-up	Schiller	Christian		Mitbegründer & Geschäftsführer	
Spicetech GmbH	Start-up	Thieß	Alexander	Dr.	Geschäftsführer	
Europäische Kommission	Multiplikator	Iakovidis	Ilias		Advisor, DG CNECT	
Europäische Kommission	Multiplikator	Ulbrich	Martin		Policy Officer, DG CNECT	
European DigitalSME Alliance	Multiplikator	Zimmermann	Moritz		Strategy and Business Development	
Bundesverband Digitale Wirtschaft (BVDW) e.V.	Multiplikator	Rübner	Karine		Referentin	
Bitkom	Multiplikator	Caroli	Sabrina		Bereichsleiterin, Europäische Digitalpolitik	
Bitkom	Multiplikator	Meyer-Breitkreutz	Niklas		Referent, Digitalisierung & Nachhaltigkeit	
nachhaltig.digital Kompetenzplattform	Multiplikator	Müller	Carl-Ernst		Koordinator	
nachhaltig.digital Kompetenzplattform	Multiplikator	Quaing	Jan		DBU Kommunikation nachhaltig.digital	

Deutsche Bundesstiftung Umwelt	Multiplikator	Lefèvre	Jörg	Dr.	Referatsleiter	
Effizienzagentur NRW	Multiplikator	Bauer-Niermann	Andreas		Ressourcen-effizienzberater	
Wiseway CDR Beratung	Multiplikator	Dörr	Saskia	Dr.	Gründerin & Geschäftsführerin	

Anhang II. Grafiken zu Kapitel 2

Abbildung 13: Einsatz digitaler Technologien nach Sektor: Deutschland und die EU 2020

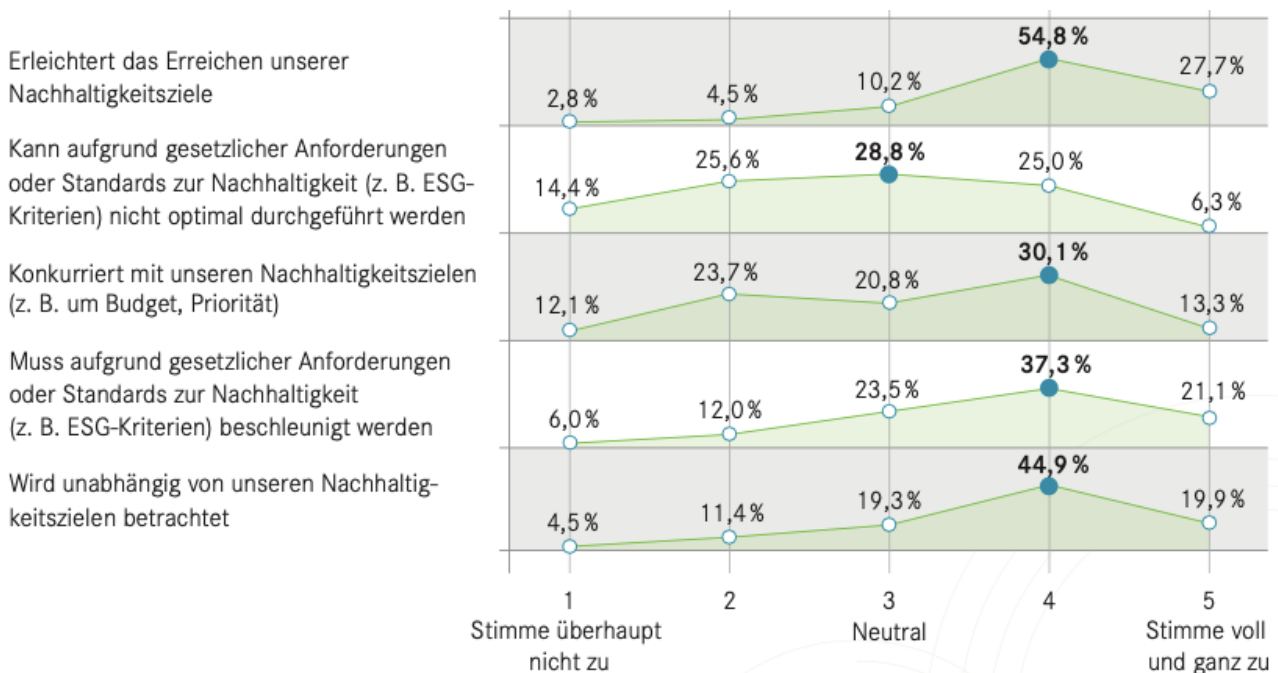


Source: EIBIS (2020).

Note: A firm is identified as digital if at least one advanced digital technology is implemented in parts of the business. See Box 1 for the definition of digital technologies in EIBIS. Firms are weighted using value added.

Quelle: Ficarra et al., 2021, S. 53

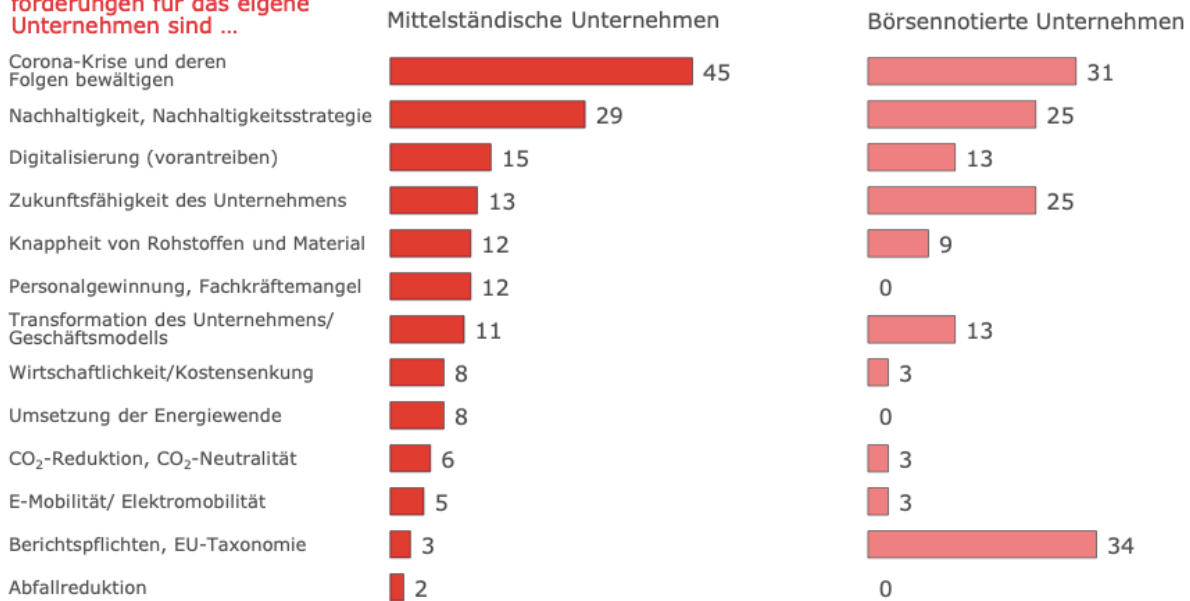
Abbildung 14: Future IT Report: Einfluss der digitalen Transformation auf Nachhaltigkeitsziele



Quelle: Ahlemann et al., 2021, S. 21

Abbildung 15: Forsa-Umfrage: Die wichtigsten Herausforderungen für das eigene Unternehmen

Die wichtigsten Herausforderungen für das eigene Unternehmen sind ...



*) offene Frage, Mehrfachnennungen möglich

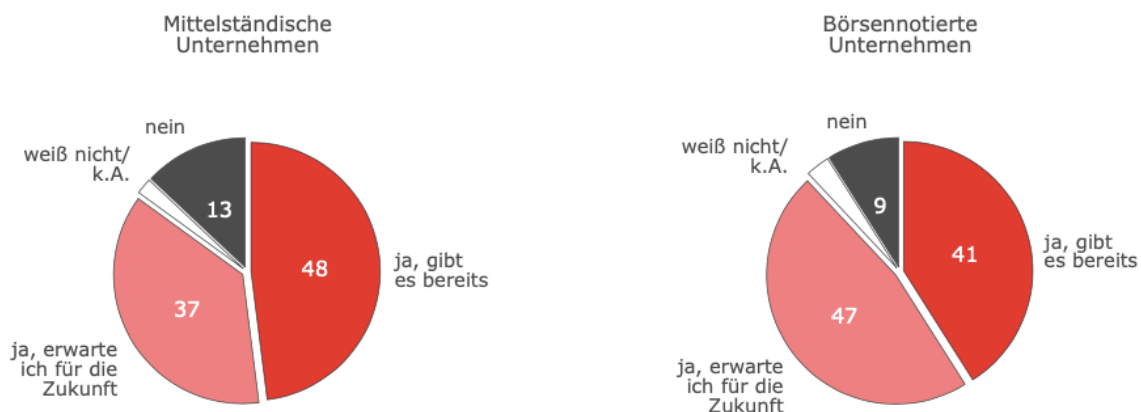
Basis: alle Unternehmen

Frage: „Welches sind aus Ihrer Sicht in den nächsten 12 Monaten die wichtigsten Herausforderungen für Ihr Unternehmen?“

Quelle: forsa, 2021, S. 3

Abbildung 16: Forsa- Umfrage: Synergieeffekte zwischen Digitalisierung und Nachhaltigkeit

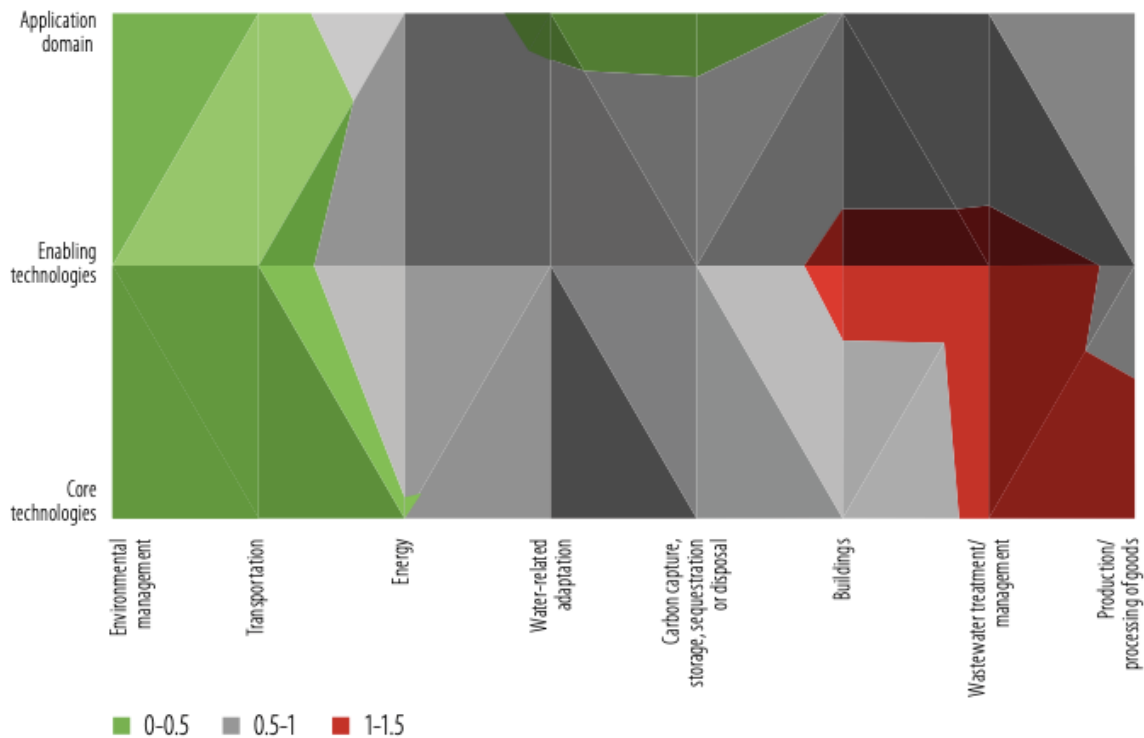
Es gibt im Unternehmen bereits Synergieeffekte zwischen Digitalisierungsprozessen und Maßnahmen zur Erreichung von Nachhaltigkeitszielen ...



Basis: Alle Unternehmen

Frage: „Digitalisierungsprozesse in einem Unternehmen können ja auch für die Umsetzung von Maßnahmen zur Nachhaltigkeit genutzt werden. Gibt es in Ihrem Unternehmen bereits solche Synergieeffekte zwischen Digitalisierungsprozessen und Maßnahmen zur Erreichung von Nachhaltigkeitszielen oder erwarten Sie solche Synergieeffekte für die Zukunft?“

Quelle: forsa, 2021, S. 24

Abbildung 17: Ko- Okkurrenzmatrix von digitalen und grünen Patenten

Source: Authors' calculations based upon PATSTAT (PCT) data in collaboration with ECOOM.

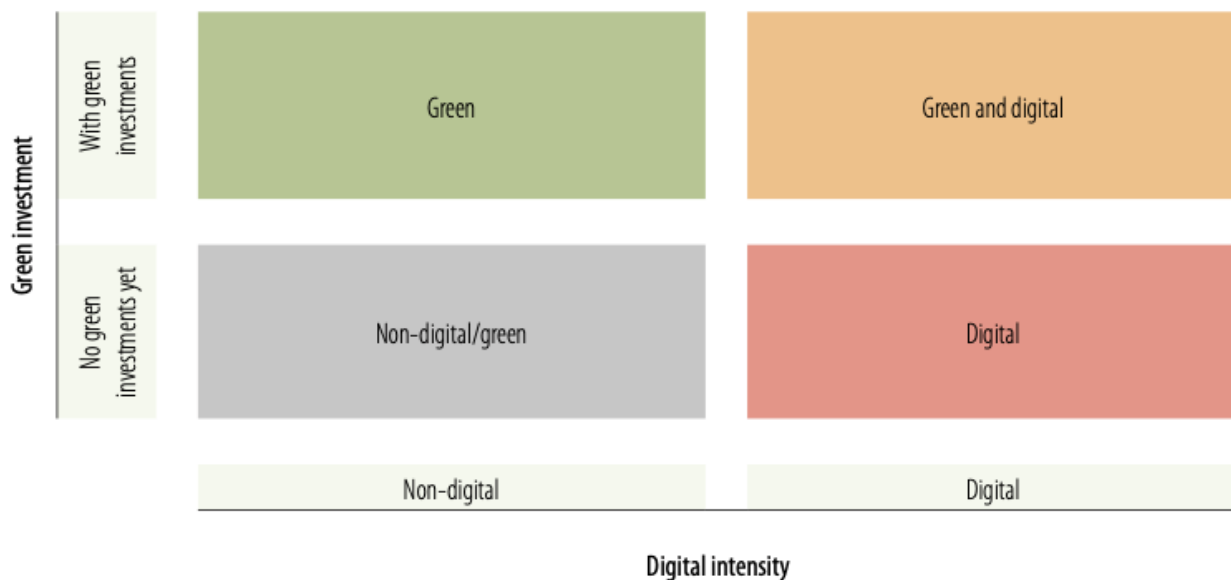
Note: The graph shows the co-occurrence of patents in core, enabling and application digital technologies for each of the sub-sectors of green patents.

The mapping presents the outcome of the weighted co-occurrence matrix, defined as $CO = \frac{co_{ij}/co_j}{co_i/\sum co_{ij}}$, with i =digital domain and j =green domain.

Green means that there is a high rate of co-occurrence while red implies that at that there is a relatively low occurrence of digital and green patents in the respective domains.

Quelle: European Investment Bank, 2021, S. 293

Abbildung 18: Die vier digitalen und grünen Profile



Source: EIBIS 2020.

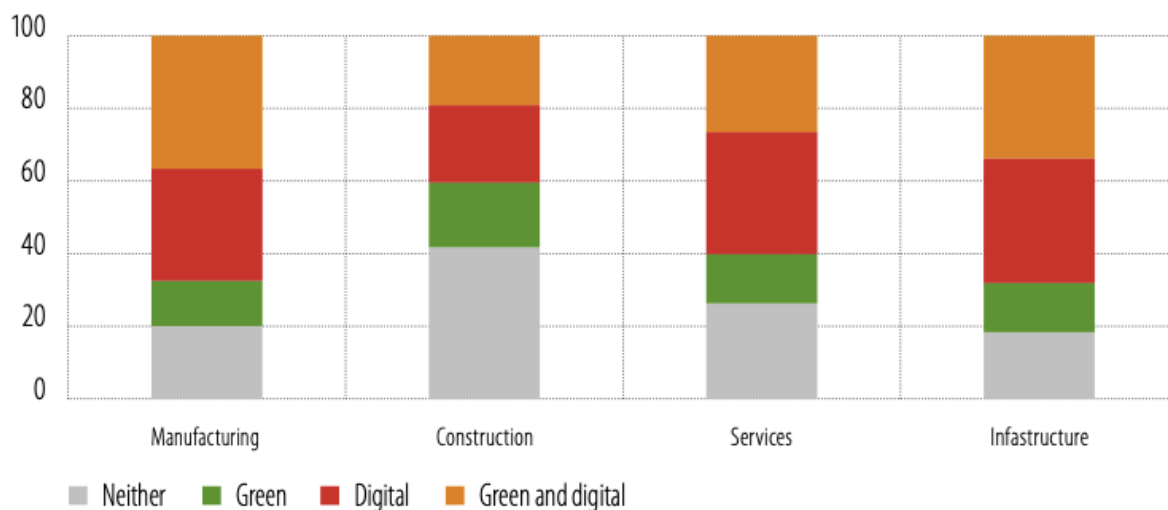
Base: All firms

Question: Green: Now thinking about investments to tackle the impacts of weather events and reduction in carbon emissions, which of the following applies?

Digital: Can you tell me for each of the following digital technologies if you have heard about them, not heard about them, implemented them in parts of your business, or whether your entire business is organised around them?

Quelle: European Investment Bank, 2021, S. 301

Abbildung 19: Die vier digitalen und grünen Profile, nach Sektor, Anteil der Unternehmen (in %)



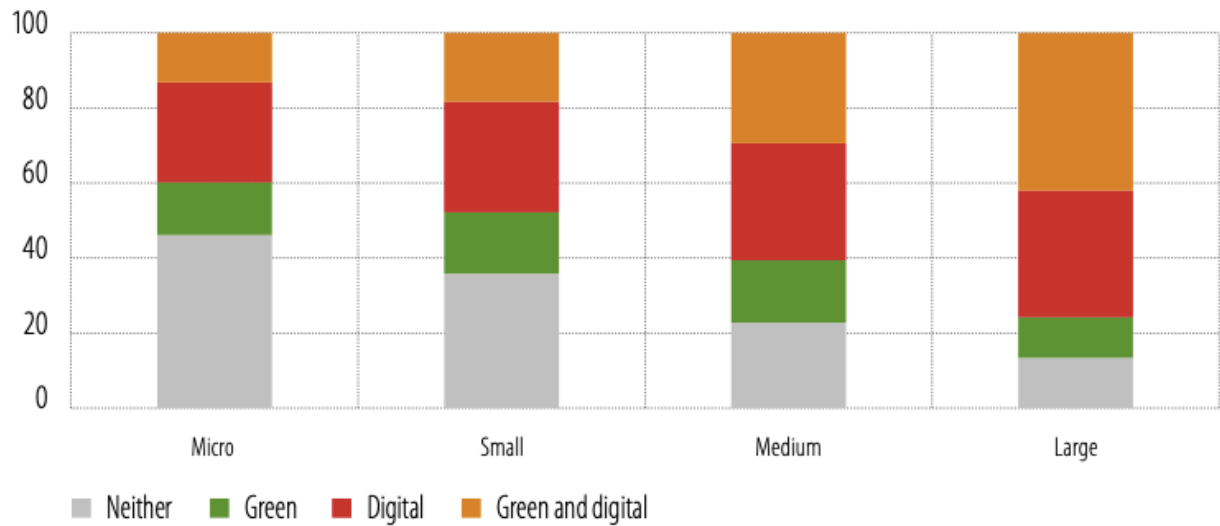
Source: EIBIS 2020.

Base: All firms in the European Union.

Note: The different profiles are defined as in Figure 37. Firms are weighted by value added.

Quelle: European Investment Bank, 2021, S. 302

Abbildung 20: Die vier digitalen/grünen Profile, nach Unternehmensgröße, Anteil der Unternehmen (in %)



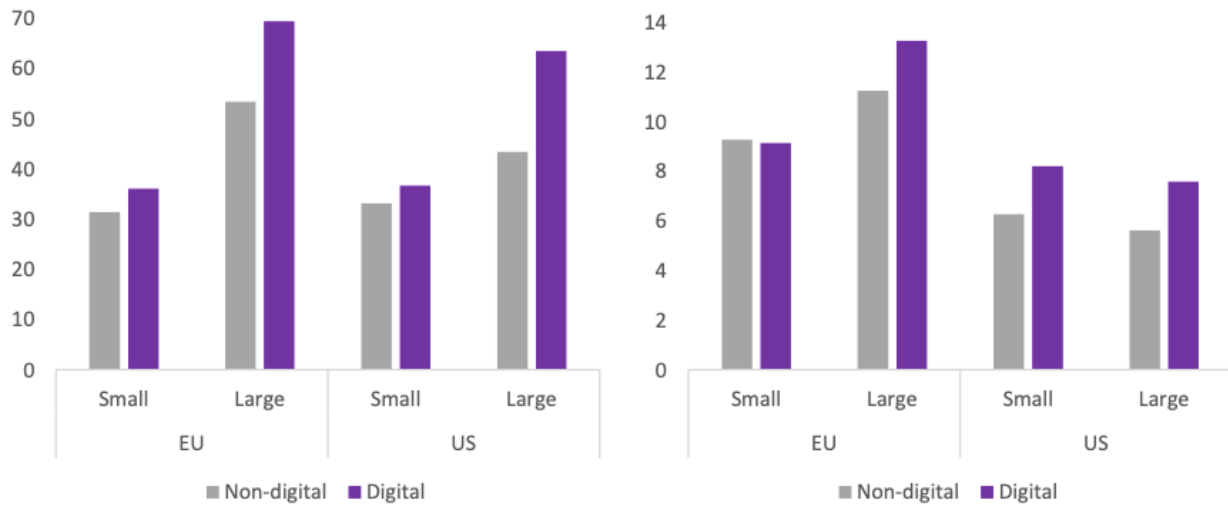
Source: EIBIS 2020.

Base: All firms in the European Union.

Note: The different profiles are defined as in Figure 37. Firms are weighted by value added.

Quelle: European Investment Bank, 2021, S. 303

Abbildung 21: Unternehmen, die in Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz investieren (% der Unternehmen) und Anteil der Gesamtinvestitionen für diese Maßnahmen (% der Gesamtinvestitionen), nach Größe und digitaler Intensität

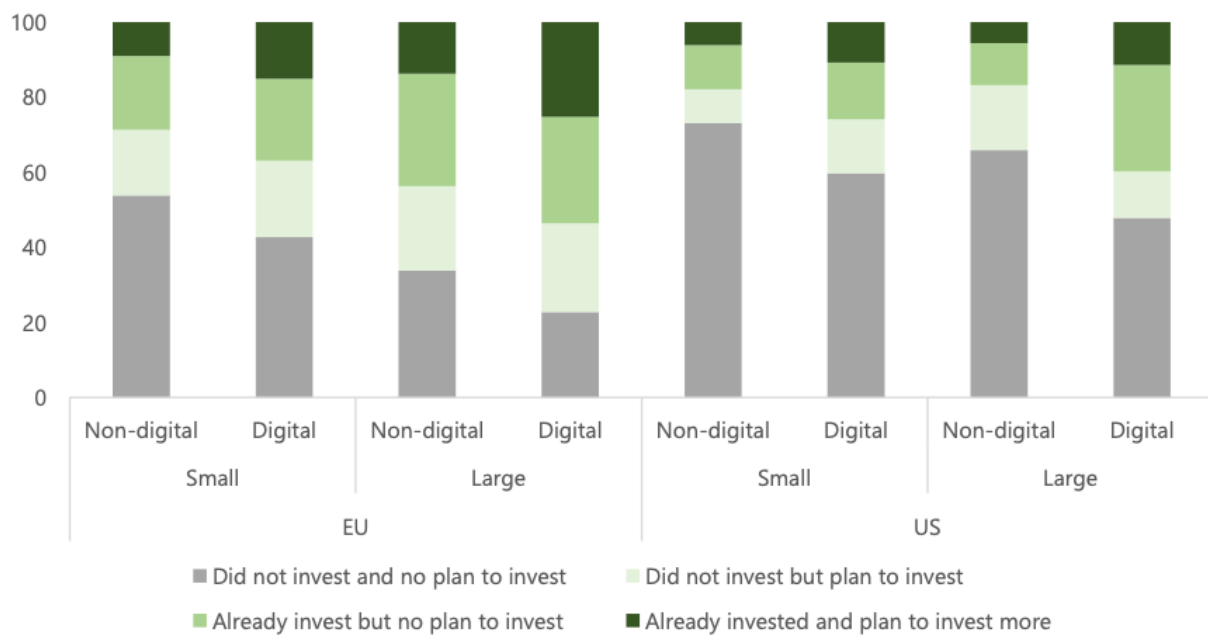


Source: EIBIS (2020).

Note: A firm is identified as digital if at least one advanced digital technology is implemented in parts of the business. See Box 1 for the definition of digital technologies in EIBIS. Labour productivity is computed as turnover/number of employees. Small firms: 1 to 49 employees, large firms: 50+ employees. Firms are weighted using value added.

Quelle: Ficarra et al., 2021, S. 23

Abbildung 22: Investitionen zur Bewältigung der Auswirkungen von Wetterereignissen und zur Verringerung der Kohlenstoffemissionen (% der Unternehmen), nach Größe und digitaler Intensität



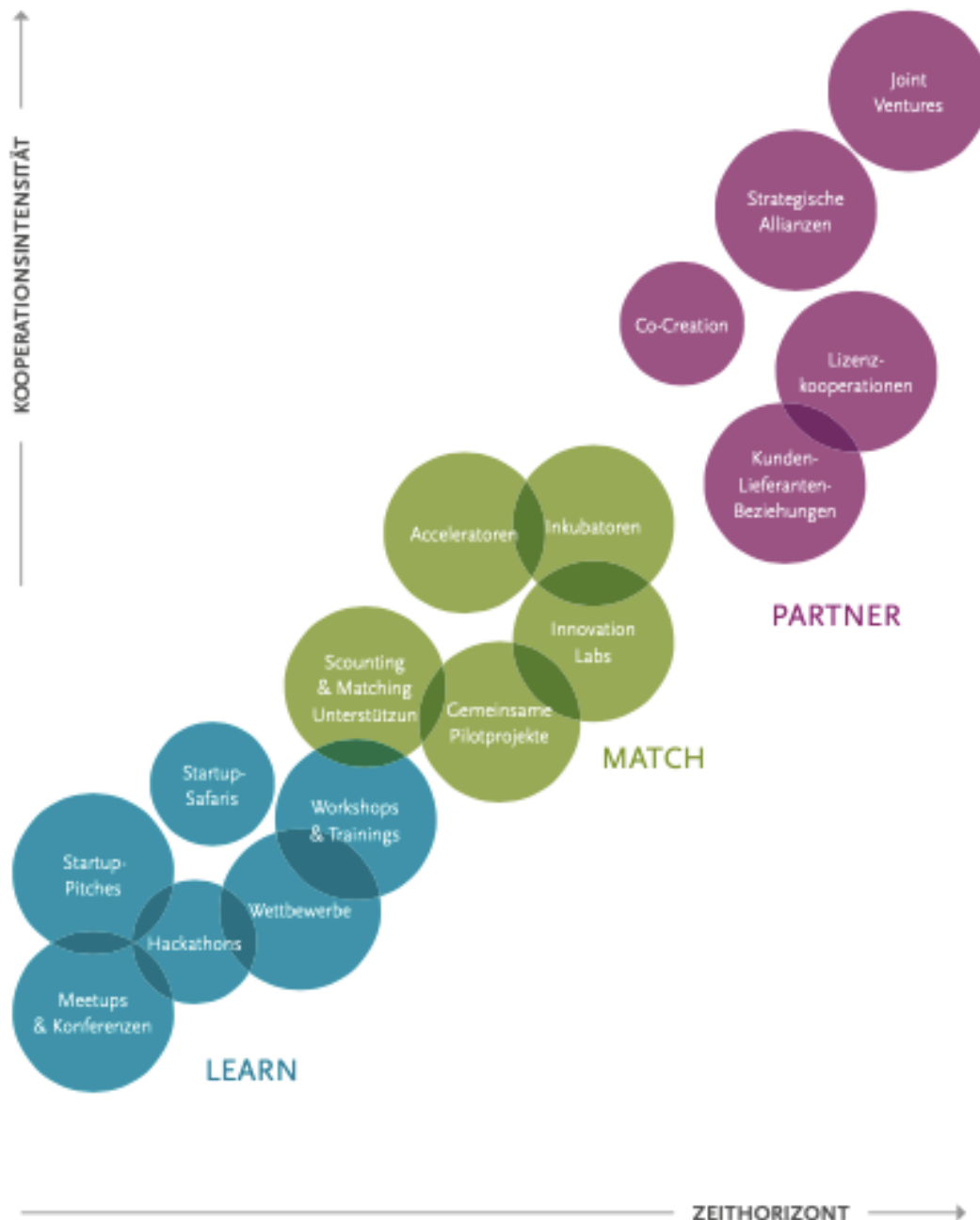
Source: EIBIS (2020).

Note: A firm is identified as digital if at least one advanced digital technology is implemented in parts of the business. See Box 1 for the definition of digital technologies in EIBIS. Small firms: 1 to 49 employees, large firms: 50+ employees. Firms are weighted using value added.

Quelle: Ficarra et al., 2021, S. 24

Anhang III. Grafiken zu Kapitel 4

Abbildung 23: Framing der Kollaborationsmodelle



Quelle: Wrobel et al., 2017, S. 36.