



IW-Gutachten

Digitalisierung als Enabler für Ressourceneffizienz in Unter- nehmen

Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie - Hauptbericht
Institut der deutschen Wirtschaft / IW Consult / WIK-Consult

Auftraggeber: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
Fachreferat IVB4 / Referat IC4

Köln, 28.01.2021

Kontaktdaten Ansprechpartner

Dr. Adriana Neligan
+49 (0)30 / 27877 - 128
neligan@iwkoeln.de

Institut der deutschen Wirtschaft Köln
Postfach 10 19 42
50459 Köln

An dem Gutachten im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie haben außerdem mitgewirkt (in alphabetischer Reihenfolge):

Barbara Engels, Dr. Thilo Schaefer, Carmen Schleicher (Institut der deutschen Wirtschaft)
Manuel Fritsch, Edgar Schmitz, Ralf Wiegand (IW Consult GmbH)
Dr. René C. G. Arnold (WIK-Consult GmbH)

In diesem Gutachten wird aus Gründen der besseren Lesbarkeit das generische Maskulinum verwendet. Ausdrücklich sind hier damit alle Geschlechteridentitäten gemeint. Dort, wo geschlechtsspezifische Daten und Befunde aus methodischen Gründen zu berücksichtigen sind, werden diese kenntlich gemacht.

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	5
1 Ausgangslage	11
2 Vorgehensweise	14
Kapitel 2: Schneller Überblick	14
2.1 Ziele und Ablauf	15
2.2 Lernphase: Wissenschaftliche Bestandsaufnahme	15
2.2.1 Mapping	16
2.3 Dialog: Expertenworkshops und Experteninterviews	17
2.3.1 Expertenworkshops	17
2.3.2 Experteninterviews	17
2.4 Empirie: Unternehmensbefragung und Webcrawling	18
2.4.1 Unternehmensbefragung	18
2.4.2 Webcrawling	20
3 Wege zur Steigerung der Ressourceneffizienz	23
Kapitel 3: Schneller Überblick	23
3.1 Hintergrund: Was bedeutet Ressourceneffizienz?	25
3.1.1 Begriffsabgrenzung: Ressourcen und Ressourceneffizienz	25
3.1.2 Ziele und Ansätze für die Steigerung von Ressourceneffizienz	26
3.1.3 Betriebliche Ansatzpunkte zur Steigerung der Ressourceneffizienz	29
3.2 Unternehmensbefragung: Wie setzen Unternehmen Ressourceneffizienz um?	30
3.2.1 Bedeutung und Ziele von Ressourceneffizienz	30
3.2.2 Maßnahmen zur Steigerung von Ressourceneffizienz	34
4 Digitalisierung zur Steigerung der Ressourceneffizienz	41
Kapitel 4: Schneller Überblick	41
4.1 Hintergrund: Was bedeutet Digitalisierung?	44
4.2 Unternehmensbefragung: Rolle der Digitalisierung für Ressourceneffizienz	45
4.2.1 Stellenwert in Unternehmen: Digitalisierung und Ressourceneffizienz	45
4.2.2 Erfolgsfaktor: Zusammendenken von Ressourceneffizienz und Digitalisierung	50

4.2.3	Digitalisierung als Enabler für Ressourceneffizienz	53
4.2.4	Volkswirtschaftliche Einordnung: Ressourcen sparen mit Digitalisierung	60
5	Umsetzung der Digitalisierung im Geschäftsmodell	66
	Kapitel 5: Schneller Überblick	66
5.1	Hintergrund: Welche digitalen Technologien und Anwendungen sind relevant?	70
5.2	Unternehmensbefragung: Digitale Geschäftsmodelle für Ressourceneffizienz	73
5.2.1	Bedeutung digitaler Geschäftsmodelle	73
5.2.2	Relevante digitale Technologien	76
5.2.3	Vorteile	80
5.2.4	Herausforderungen und Voraussetzungen	88
5.2.5	Zielerreichung im Hinblick auf Ressourceneffizienz und Klimaschutz	96
5.3	Außendarstellung von Unternehmen mit den Themen Ressourceneffizienz und Digitalisierung	103
5.3.1	Außensicht aus der Branchen- und Größenperspektive	103
5.3.2	Außensicht nach regionaler Verortung	107
6	Handlungsempfehlungen	111
	Kapitel 6: Schneller Überblick : die wichtigsten Empfehlungen	111
6.1	Ausgangslage	112
6.2	Handlungsempfehlungen	113
7	Literaturverzeichnis	128
	Tabellenverzeichnis	132
	Abbildungsverzeichnis	133

Zusammenfassung

Ausgangslage

Das Bundeskabinett hat im Juni 2020 die dritte Auflage des Deutschen Ressourceneffizienzprogramms (ProgRess III) verabschiedet. Mit diesem Programm stellt die Bundesregierung zahlreiche Maßnahmen für einen sparsameren Umgang mit Rohstoffen vor, die auch dazu dienen, mit mehr Ressourceneffizienz die Rohstoffversorgung zu sichern. Im Mittelpunkt stehen ressourceneffiziente Produktionstechniken, die zur Schonung der Umwelt und zur Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Wirtschaft beitragen. Ein Schwerpunkt von ProgRess III liegt jetzt auf der Digitalisierung, die die Produktionsprozesse grundlegend verändert: Prozess- und Produktionsdaten können ständig erhoben und vorgehalten werden und ermöglichen so eine in Echtzeit gelenkte Produktion. Darin stecken erhebliche Potenziale für Materialeinsparungen. Noch werden längst nicht alle Einsparpotenziale realisiert.

Vorgehensweise

Ein wesentliches Ziel dieser Studie ist es, künftige Gestaltungspfade für die Ressourceneffizienz vor dem Hintergrund aktueller Digitalisierungstrends für die politische Schwerpunktsetzung aufzuzeigen. Hierfür werden bisher fehlende repräsentative Fakten zum aktuellen Stand der deutschen Wirtschaft zu diesem Thema geliefert. Um die Rolle der Digitalisierung als Enabler zur Steigerung von Ressourceneffizienz empirisch fundiert zu identifizieren, werden die Verortung und Bedeutung der Digitalisierung und digitaler Geschäftsmodelle für mehr Ressourceneffizienz, aber auch die Treiber, Potenziale und möglichen Hemmnisse für mehr Digitalisierung beim Thema Ressourceneffizienz untersucht, damit relevante Handlungsempfehlungen abgeleitet werden können. Das Vorgehen dieser Studie ist mehrstufig angelegt. In einer Lernphase wurden im Rahmen einer umfassenden Bestandsaufnahme Thesen formuliert, die im Dialog (Workshops, Experteninterviews) qualitativ überprüft wurden. Kern der Studie ist die empirische Analyse, die aus einer repräsentativen Unternehmensbefragung im Rahmen des IW-Zukunftspanels und einem Webcrawling besteht.

Definition von Ressourceneffizienz

Aus ökonomischer Perspektive versteht man unter „Effizienz“ die Erzeugung eines vorgegebenen Outputs durch einen minimalen Input oder die Erzeugung eines maximalen Outputs durch einen vorgegebenen Input. Wesentliches Ziel der Ressourceneffizienz ist die Verringerung des Verbrauchs natürlicher Ressourcen. Ressourceneffizienz ist das Verhältnis eines bestimmten Nutzens, Produkts oder einer Serviceleistung zum nötigen Ressourceneinsatz. Der Fokus in dieser Studie liegt bei den Ressourcen auf dem Inputfaktor Materialverbrauch, welcher direkt im Betrieb messbar ist. Jedoch sollen auch die Energieverbräuche, sofern damit verzahnt und wenn es sinnvoll ist, berücksichtigt werden. Die Steigerung der Ressourceneffizienz über die Verringerung von Umweltbelastungen (Emissionen, Abfälle, Abwasser) werden nicht im Rahmen der Unternehmensbefragung direkt abgefragt.

Wege zur Steigerung von Ressourceneffizienz

Prinzipiell können Unternehmen Ressourcen weniger verbrauchen, mehrmalig gebrauchen und/oder ersetzen, um Ressourceneffizienz zu steigern. Hier gibt es für Unternehmen zahlreiche Optionen sowohl auf der Produkt- als auch auf der Prozessebene. Rohstoffe stellen einen

erheblichen Kostenfaktor für Unternehmen dar. Deswegen ist die Auseinandersetzung mit dem Thema Ressourceneffizienz für Unternehmen sehr wichtig, denn es kann Kosteneinsparungen und größere Planungssicherheit ermöglichen.

Unternehmen zielen mit der Steigerung von Ressourceneffizienz vor allem auf geringere Herstellungskosten, Abfallvermeidung und Umweltschutz durch Ressourcenschonung ab. Nur wenige Unternehmen streben bislang eine echte Kreislaufwirtschaft oder eine Vernetzung mit Akteuren entlang der Wertschöpfungskette an. Wer seine Ziele klar vor Augen hat, setzt diese auch besser um: Unternehmen des Verarbeitenden Gewerbes mit hohen Materialeinsparungserfolgen in den letzten fünf Jahren haben ihre Ziele in Bezug auf Ressourceneffizienz deutlich klarer definiert als Unternehmen mit geringen Materialeinsparungen.

Der Fokus in den Unternehmen liegt nach wie vor darauf, über klassische Optimierungsmaßnahmen weniger Ressourcen zu verbrauchen. Bislang dominieren Maßnahmen zur Energieeinsparung und -effizienz sowie klassische Prozessoptimierungen und weniger Ansätze, die direkt am Produkt ansetzen, sei es über die Anpassung des Designs oder die Erweiterung des Angebots in Form von Produkt-Service-Systemen.

Definition von Digitalisierung

Digitalisierung bezeichnet die Überführung von analogen Informationen in digitale Formate. So werden die Eigenschaften beispielsweise von Produkten, Prozessen und/oder Kunden virtuell abbildbar. Der zunehmende Einbau von Sensoren und Aktoren¹ in Produktionsprozesse eröffnet den Zugang zu einer immer größeren Menge an digitalisierbaren Informationen. Durch die Vernetzung innerhalb und außerhalb des Unternehmens lassen sich digitale Informationen leicht übertragen und analysieren. Entstandenes Wissen lässt sich teilen.

Digitalisierung als Enabler für Ressourceneffizienz

Ressourceneffizienz und Digitalisierung sind grundlegender Bestandteil unternehmerischen Handelns, haben aber keine Top-Priorität wie die Sicherung von Fachkräften. Im Produzierenden Gewerbe hat Ressourceneffizienz höhere Priorität als Digitalisierung – bei den unternehmensnahen Dienstleistern ist es andersherum. Ressourceneffizienz und Digitalisierung sind Themen, die vor allem im Unternehmen selbst oder durch die Einbindung in Wertschöpfungsketten behandelt werden, da es meistens selbst gesetzte Unternehmensziele sind. Lieferanten und Kunden (Unternehmensnetzwerke) sind aber auch verantwortlich dafür, dass sich Unternehmen mit beiden Themen beschäftigen.

Ressourceneffizienz und Digitalisierung werden in den Unternehmen noch selten ganzheitlich betrachtet. Digitalisierung und Ressourceneffizienz zusammenzudenken kann den Erfolg bei Ressourceneffizienz steigern, aber es ist auch möglich, Materialeffizienz erfolgreich zu steigern, ohne digitalisiert zu sein.

¹ Sensoren und Aktoren bilden die Schnittstelle zwischen der Informationsverarbeitung und den Energie- und Stoffflüssen in technischen Systemen.

Digitalisierung und Ressourceneffizienz gehen Hand in Hand. Digitalisierung macht Ressourceneffizienz messbar und Einsparpotenziale nutzbar. Durch einen höheren Digitalisierungsgrad bei Effizienzmaßnahmen lässt sich in Unternehmen ein höheres Maß an Ressourceneffizienz erreichen. Nur wenige Unternehmen, unter diesen bei den meisten Maßnahmen vor allem KMU, sind bei den verschiedenen Ressourceneffizienzmaßnahmen bislang stark digitalisiert. Häufig genutzte Maßnahmen zur Optimierung von Prozessen und Energieverbräuchen sowie bei der Verwendung neuer Techniken weisen auch am ehesten einen hohen Digitalisierungsgrad auf. Bei anderen Maßnahmen liegen die Quoten deutlich niedriger. Jeweils mindestens ein Viertel der Unternehmen ist bei den verschiedenen Maßnahmen noch gar nicht digitalisiert.

Volkswirtschaftliche Einordnung

In den vergangenen fünf Jahren konnten die Unternehmen laut IW-Zukunftspanel etwa 6 Prozent des ursprünglich benötigten Materials durch Effizienzmaßnahmen einsparen. In Bezug auf Energieeinsparungen waren es circa 8 Prozent. 13 Prozent der realisierten Materialeinsparungen sind auf die Digitalisierung zurückzuführen – im Produzierenden Gewerbe sind es 11 Prozent. Bei den umgesetzten Energieeinsparungen macht die Digitalisierung etwa 11 Prozent aus (Produzierendes Gewerbe: 10 Prozent). Umgerechnet auf die ursprünglich benötigten Ressourcen entspricht der Beitrag der Digitalisierung jeweils einer Einsparung von grob 1 Prozent sowohl für Material- als auch Energieaufwendungen.

Die Ressourceneinsparpotenziale sind in der deutschen Wirtschaft keineswegs erschöpft. Fast jedes zweite Unternehmen glaubt, dass es bei optimaler Nutzung der technischen Möglichkeiten weitere Potenziale freisetzen könnte. Digitalisierung könnte hier ein wesentlicher Hebel sein. Große Unternehmen sehen deutlich häufiger als KMU, dass es noch weitere Ressourceneinsparpotenziale gibt. In den Unternehmen ließe sich im Durchschnitt eine weitere Reduzierung des aktuellen Ressourceneinsatzes von 7 Prozent realisieren.

Für das Produzierende Gewerbe kann aufgrund der Datenlage nur eine grobe Schätzung der realisierten Kosteneinsparungen vorgenommen werden. Bezogen auf den Wert der in Deutschland aus dem In- und Ausland bezogenen Menge an mineralischen Rohstoffen liegen die realisierten Materialeinsparungen bei gut 5,3 Milliarden Euro. Die Digitalisierung war davon für 11 Prozent beziehungsweise knapp 594 Millionen Euro verantwortlich. Bezogen auf die in der Kostenstrukturerhebung ausgewiesenen Energiekosten können die realisierten Energieeinsparungen auf 3,4 Milliarden Euro beziffert werden. Die Digitalisierung trug hier zu Einsparungen in Höhe von 344 Millionen Euro (10 Prozent der Einsparungen) bei. Die geschätzten Einsparungen bei Material- und Energie in Höhe von knapp 9 Milliarden Euro entsprechen fast 1 Prozent der Bruttowertschöpfung im Produzierenden Gewerbe. Auf Basis der verfügbaren Datengrundlage liegt das absolute Ressourceneinsparpotenzial im Produzierenden Gewerbe bei mehr als 10 Milliarden Euro oder gut 1 Prozent der industriellen Bruttowertschöpfung.

Bedeutung digitaler Geschäftsmodelle

Für Unternehmen ist es schwierig, digitale Geschäftsmodelle zu entwickeln, die zu Ressourceneffizienz beitragen. Am wichtigsten ist aktuell die Durchführung von Datenanalysen. Digitale Geschäftsmodelle werden laut der Unternehmensbefragung vorrangig zur Sicherung der eigenen Wettbewerbsfähigkeit eingeführt, aber auch als Reaktion auf die Nachfrage bestehender

Kunden sowie auf Portfolio und Markterweiterungsstrategien. Dabei ist bei KMU die Nachfrage der Kunden deutlich häufiger ein Grund für die Einführung digitaler Geschäftsmodelle als bei großen Unternehmen. Auch zeigt sich, dass deutlich häufiger KMU klar zustimmen, dass digitale Geschäftsmodelle das Kerngeschäft ihres Unternehmens darstellen, obwohl sich die Zustimmungsquoten („stimme (eher) zu“) nach Unternehmensgröße nicht so stark unterscheiden. Ein Drittel des Produzierenden Gewerbes sieht digitale Geschäftsmodelle zudem als eine Möglichkeit, Material oder Energie effizienter zu nutzen. Selten kommen bislang Impulse aus Unternehmensnetzwerken, die digitale Geschäftsmodelle vorantreiben.

Relevante digitale Technologien

Der Einsatz von digitalen Technologien und Anwendungen fängt häufig in kleinen Schritten an. Für den Einstieg sind Daten und Schnittstellen besonders wichtig – diese tragen heute auch am ehesten zur Steigerung von Ressourceneffizienz in Unternehmen bei. Im zweiten Schritt nutzen Unternehmen Plattformen, Prozessmonitoring über die Vernetzung von Sensoren und Aktoren sowie die prädiktive Wartung als wichtige Voraussetzungen für die Vernetzung in der Wertschöpfungskette. Viele digitale Technologien leisten bislang hier noch keinen Beitrag, insbesondere, wenn es um die weitere Vernetzung und Kollaboration oder Modellierung und Simulation geht.

Vorteile des Einsatzes digitaler Technologien für Ressourceneffizienz

Grundlage aller digitalen Geschäftsmodelle ist das Modell der Daten. Viele Unternehmen sehen im Einsatz digitaler Technologien vor allem den Vorteil für Ressourceneffizienz, dass Einsparpotenziale erkannt und umgesetzt werden und zu Kostensenkungen führen. Für die Industrie stehen auch die verbesserte Transparenz und Flexibilität bei Herstellungsprozessen im Vordergrund. Für unternehmensnahe Dienstleister ist eine intelligente Datenerfassung/-verknüpfung für Echtzeit-Monitoring ein wesentlicher Vorteil.

Vernetzbarkeit, Nachverfolgbarkeit und Vergleichbarkeit sind wesentliche Voraussetzungen für Plattformen, einem weiteren zentralen digitalen Geschäftsmodell. Die Unternehmen, insbesondere die unternehmensnahen Dienstleister, sehen vor allem in der Kundennähe durch die Vernetzung und in der Vernetzbarkeit mit anderen Unternehmen(-steilen) Vorteile. Die Möglichkeiten der Nachverfolgung wird eher in der Industrie als Vorteil gesehen. Der Vorteil der Vergleichbarkeit wird bislang noch nicht von allen Unternehmen erkannt.

Ein drittes zentrales Geschäftsmodell ist das Angebot von Dienstleistungen statt Waren. Der Einsatz digitaler Technologien kann zu neuen Produkten und Diensten führen, wobei dieser Vorteil nur auf eine kleine Gruppe von Unternehmen, insbesondere aus dem Bereich der unternehmensnahen Dienstleistungen, bislang wirklich zutrifft.

Wer sich mit Ressourceneffizienz beschäftigt und diese erfolgreich umsetzt, der kann auch die Vorteile der digitalen Technologien sehen, zeigt eine Auswertung für das Verarbeitende Gewerbe.

Herausforderungen und Voraussetzungen

In vielen Unternehmen, vor allem in der Industrie, fehlen digitale Komplettlösungen. Insellösungen führen nicht zu einer umfassenden Digitalisierung. Weitere Hemmschwellen sind die mangelnde Finanzkraft für den Aufbau einer komplett digitalisierten Anlage und die unzureichende Nachrüstbarkeit bestehender Anlagen. Es fehlen zudem häufig passende, auf das Unternehmen spezifizierte Softwarelösungen, vor allem in der Industrie, oder es ist zu aufwändig, eingekaufte Softwarelösungen anzupassen oder der Unterstützungsbedarf ist zu hoch. Einige Unternehmen, vor allem in der Industrie, sehen aber auch Hemmnisse bei der Umsetzung digitaler Lösungen für Ressourceneffizienz, da es an Know-how und Partnern in der Wertschöpfungskette fehlt.

Auch sind die Breitbandinfrastruktur sowie Datensicherheit, die für unternehmensübergreifende Vernetzung wichtig sind, noch verbesserungswürdig. Zudem ist vielen Unternehmen, vor allem KMU noch unklar, wie das Kosten-Nutzen-Verhältnis aussieht, da Informationen und fachkundige Beratungen fehlen. Einige Unternehmen konstatieren, dass die gesetzlichen Rahmenbedingungen verbesserbar sind. Vor allem mangelt es den Unternehmen noch an Normen und Standards. Insbesondere unternehmensnahe Dienstleistungen beklagen, dass es zu viele ungeklärte Rechtsfragen gibt. Eine den Prozess hemmende externe Regulierung wird nur von einer Minderheit als Hindernis erachtet.

Unternehmen adressieren an die Politik vor allem den Wunsch nach mehr Beratung, Unterstützung und Förderung, aber auch den Wunsch nach mehr Standardisierung, weniger Vorschriften/Bürokratie sowie einer besseren digitalen Infrastruktur sowie rechtlichen Sicherheit.

Zielerreichung im Hinblick auf Ressourceneffizienz und Klimaschutz

Die Mehrheit der Unternehmen konnte durch die Digitalisierung eine Veränderung im Hinblick auf Ressourceneffizienz feststellen. Gleichzeitig sehen aber nur wenige digitalisierte Unternehmen eindeutig den kurz- oder langfristigen Nutzen.

Nur ein Drittel der Unternehmen gibt an, dass die Digitalisierung im Kontext von Ressourceneffizienz den Klimaschutz in mittlerem bis hohem Maße fördert. Etwa ein weiteres Drittel gibt an, dass dies bislang noch gar nicht der Fall ist. Große Unternehmen sehen den Klimaschutz eher gefördert als KMU im Produzierenden Gewerbe – bei den unternehmensnahen Dienstleistern ist es andersherum. Unternehmen mit hohen Materialeinsparerfolgen können eher durch digitalisierte Ressourceneffizienzmaßnahmen auch den Klimaschutz befördern als weniger erfolgreiche Unternehmen.

Vielen Unternehmen ist der Nutzen der Digitalisierung für Ressourceneffizienz noch unklar. Dies liegt sicherlich an fehlenden Informationen zu Kosten und Nutzen. Es zeigt sich auch, dass Unternehmen, die bereits erfolgreich Material einsparen, hier eher die Möglichkeiten erkennen.

Verbreitung der Themen in der Außendarstellung von Unternehmen

Auf Basis semantischer Analysen wurden die Webseiten aller deutschen Unternehmen der gewerblichen Wirtschaft auf Begriffe der Ressourceneffizienz und Digitalisierung hin untersucht. Die Themen Ressourceneffizienz und Digitalisierung sind in der deutschen Wirtschaft angekommen. Rund 6,9 Prozent aller Unternehmenswebseiten behandelten diese Themen. Besonders

mittlere und große Unternehmen sind hier bereits vielfach aktiv. Klein- und Kleinstunternehmen haben die Themen jedoch noch nicht in breiter Masse aufgenommen.

Handlungsempfehlungen

Die Politik kann eine Vorreiterrolle bei der Umsetzung einer ressourceneffizienteren und kreislauforientierten Wirtschaft einnehmen. Bisherige politische Bestrebungen gilt es weiter auszubauen und ressortübergreifend besser zu bündeln, um die Themen Digitalisierung und Ressourceneffizienz ganzheitlich zu betrachten. Dies betrifft besonders auch den Ausbau des Wissenstransfers durch eine bessere Verknüpfung verschiedener öffentlich geförderter Angebote.

Der Wissenstransfer soll neben der besseren Verzahnung vorhandener Angebote vor allem über den Aufbau eines Netzwerks, Erstellung eines KMU-Leitfadens, eines Online-Selbstchecks sowie über gezielte Weiterbildungs-, Beratungs- und Informationsangebote und die bessere Nutzung existierender Lernfabriken und Demonstrationsvorhaben erfolgen, um alle relevanten Fragestellungen zur optimalen Nutzung der Digitalisierung für Ressourceneffizienz zu adressieren.

Über bestehende, aber auch neu aufzusetzende Förderprogramme und -wettbewerbe sind Unternehmen zu unterstützen, damit die Möglichkeiten der Digitalisierung für Ressourceneffizienz besser ausgeschöpft werden können. Unternehmen benötigen Unterstützung bei der Entwicklung neuer Geschäftsmodelle unter Anwendung der Digitalisierung. Auch eine Verbundförderung kann dazu beitragen, dass Produktion und Wissenschaft bei der Entwicklung neuer digitaler Anwendungen zusammenarbeiten.

Grundvoraussetzung, um Digitalisierung für Ressourceneffizienz voranzubringen, ist eine funktionierende Infrastruktur. Dafür sind der flächendeckende Breitbandausbau sowie der Ausbau des neuen Mobilfunkstandards 5G, Investitionen in Standards, Übertragungsmöglichkeiten und Cloudnutzung sowie die Umsetzung von Normen und Standards zentral. Auch sollte die Politik für Rechtsicherheit sorgen, insbesondere wenn es um die Absicherung der Infrastruktur sowie der Datennutzung geht. Für eine Digitalisierung für Ressourceneffizienz bilden Daten die zentrale Grundlage. Lehr- und Ausbildungspläne müssen stärker auf die neuen digitalen Kompetenzen ausgerichtet werden.

Unternehmen wird empfohlen, ihren Status quo bei der Digitalisierung und Ressourceneffizienz zu überprüfen. Hier können verfügbare Informations- und Beratungsangebote, Beratungsförderung sowie die Nutzung des empfohlenen Online-Selbstchecks zur Anwendung kommen. Zudem sollten Unternehmen nicht nur die beiden Themen Digitalisierung und Ressourceneffizienz ganzheitlich betrachten, sondern auch entsprechende Strategien zu ihrer Implementierung entwickeln. Dabei kann die Nutzung von Fördermöglichkeiten relevante finanzielle Spielräume liefern, um innovative (digitale) Lösungen für Ressourceneffizienz entwickeln zu können. Bei der konkreten Umsetzung müssen zahlreiche Dinge beachtet werden: Rechtskonformität, Abwägung Komplettlösung versus projektbezogenen Insellösungen, intelligente Datenverknüpfung, digitale Kompetenzen sowie die Einbindung der Mitarbeiter.

1 Ausgangslage

Es ist ein wesentliches politisches Ziel, den Einsatz natürlicher Ressourcen von der wirtschaftlichen Entwicklung stärker zu entkoppeln. Die Bundesregierung verfolgt sowohl in ihrer Nachhaltigkeitsstrategie als auch mit dem Deutschen Ressourceneffizienzprogramm (ProgRess) das Ziel, die Rohstoffproduktivität zu steigern (BMU 2020; Bundesregierung, 2018a). Die Rohstoffproduktivität kann gesteigert beziehungsweise die Rohstoffintensität verringert werden, wenn die Wirtschaftsleistung steigt und/oder der Rohstoffverbrauch sinkt. Im aktuellen Koalitionsvertrag ist das Thema Ressourceneffizienz ebenfalls verankert, indem die Bemühungen der Industrie unterstützt sowie das nationale Ressourceneffizienzprogramm nach dem Grundsatz „Freiwilligkeit vor Regulierung“ fortentwickelt werden sollen (Bundesregierung, 2018b). Das Bundeskabinett hat im Juni 2020 die dritte Auflage des Deutschen Ressourceneffizienzprogramms (ProgRess III) verabschiedet. Mit diesem Programm stellt die Bundesregierung zahlreiche Maßnahmen für einen sparsameren Umgang mit Rohstoffen vor, die auch dazu dienen, mit mehr Ressourceneffizienz die Rohstoffversorgung zu sichern. Im Mittelpunkt stehen ressourceneffiziente Produktionstechniken, die zur Schonung der Umwelt und zur Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Wirtschaft beitragen (BMU, 2020).

Die Entstehung und Ausbreitung technologischer Innovationen können zu einer Steigerung der Ressourceneffizienz beitragen. Deswegen sind Innovationen beziehungsweise die Innovationsfähigkeit von Unternehmen relevante Voraussetzungen. Technologien und ihre Anwendungen sowie Strategien spielen hier eine wichtige Rolle, da sie neuartige Produkte, Prozesse und Dienstleistungen, aber auch entscheidende organisatorische Innovationen ermöglichen, die zur Einsparung von Ressourcen führen. Unterschieden werden kann hierbei zwischen Substitutionstechnologien, die bereits bekannte Technologien ersetzen und neuen Technologiefeldern, womit gemeint ist, dass bisher nicht gekannte Funktionalitäten neuer Technologien zu neuen Anwendungsmöglichkeiten und zur Steigerung der Ressourceneffizienz führen. Querschnittstechnologien bieten durch ihre Vielfalt an Anwendungsmöglichkeiten in unterschiedlichen Branchen Ressourceneffizienzpotenziale. Zudem können in vielen Systemen Ressourceneffizienzpotenziale insbesondere oder nur mit Unterstützung einzelner Hilfstechnologien ausgeschöpft werden (sogenannte „Enabling-Technologien“) (Rohn/Pastewski/Lettenmeier, 2013, 26, 33).

Neben neuen Werkstoffen, weißen Biotechnologien² und Nanotechnologien werden aktuell zur Steigerung der Ressourceneffizienz große Erwartungen an Informations- und Kommunikationstechnologien sowie Automationstechniken geknüpft. Diese verringern heute schon den Ressourcenverbrauch vieler Produkte während ihrer Herstellung, ihrer Distribution, ihres Gebrauchs und ihrer Entsorgung. Die Nutzung der entsprechenden Potenziale kann nicht nur inkrementell bei bestehenden Produkten für eine höhere Ressourceneffizienz sorgen, sondern als Enabler für Ressourceneffizienz auch neue Systemlösungen unterstützen, insbesondere wenn sich zusätzliche Paradigmen im Umgang mit Ressourcen abzeichnen, die neue

² Die Weiße Biotechnologie – auch industrielle Biotechnologie genannt – ist ein Teil der Biotechnologie. Darunter wird laut offizieller Definition der Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD) die Anwendung von Naturwissenschaft und Technologie an lebenden Organismen, deren Teilen sowie Produkten von ihnen verstanden (BMBF, 2015).

Gestaltungsmöglichkeiten für eine effizientere Ressourcennutzung eröffnen (Behrendt/Erdmann, 2010). In unternehmerischen Anstrengungen wie Effizienzmaßnahmen und neuen Technologien wie den erneuerbaren Energien oder der Digitalisierung liegen noch Potenziale zur Einsparung von Ressourcen, die nach und nach entwickelt und gehoben werden können (Bardt/Neligan, 2019; Neligan/Schmitz, 2017).

Das Thema wird auch auf politischer Ebene vorangetrieben. Ein Schwerpunkt von ProgRes III liegt jetzt auf Digitalisierung, die die Produktionsprozesse grundlegend verändert: Prozess- und Produktionsdaten können ständig erhoben und vorgehalten werden und ermöglichen so eine in Echtzeit gelenkte Produktion. Darin stecken erhebliche Potenziale für Materialeinsparungen. Noch werden längst nicht alle Einsparpotenziale realisiert (BMU, 2020). Neligan/Schmitz (2017) haben mittels einiger ausgewählter Fragen im Sommer 2016 im Rahmen des IW-Zukunftspanels festgestellt, dass die Möglichkeiten der Digitalisierung beim Thema Materialeffizienz bislang nur eingeschränkt genutzt werden. Materialeffizienzmaßnahmen sind nur selten hochgradig digitalisiert und wenn, dann – dies vor allem bei großen Unternehmen – am ehesten bei der Prozessoptimierung. Die Ergebnisse zeigen auch, dass es noch Potenzial für mehr Digitalisierung bei Produktdesign, Kreislaufführung und neuen Geschäftsmodellen gibt.

Die Themen Digitalisierung sowie Industrie 4.0 werden aktuell vielfach diskutiert und es liegen verschiedene Studien hierzu vor. Eine stärkere Untermauerung dieser Aspekte im Kontext von Ressourceneffizienz ist jedoch noch erforderlich, auch um die Themenstellung in relevante nationale sowie internationale politische Initiativen mit repräsentativen Fakten einfließen zu lassen. Die vorliegende Studie liefert hierfür erstmalig Empirie aus ökonomischer Sicht. Um die Rolle der Digitalisierung als Enabler zur Steigerung von Ressourceneffizienz empirisch fundiert zu identifizieren, werden die Verortung und Bedeutung der Digitalisierung und digitaler Geschäftsmodelle für mehr Ressourceneffizienz, aber auch die Treiber, Potenziale und möglichen Hemmnisse für mehr Digitalisierung beim Thema Ressourceneffizienz untersucht, um relevante Handlungsempfehlungen abzuleiten.

Grundlage für diese Studie bilden neun Arbeitsthesen. Im Rahmen einer umfassenden Bestandsaufnahme wurden drei große Themenfelder identifiziert, für die folgende verschiedene Fragen und neun Thesen formuliert wurden:

- **Thema 1: Strategische Ziele:** Digitalisierung und Ressourceneffizienz
- **Kernfrage:** Ist Digitalisierung eine Ressourceneffizienzstrategie? Ist Digitalisierung eine Voraussetzung, um Ressourceneffizienzpotenziale zu heben?
- **These 1.1:** Digitalisierung ist eine Voraussetzung für Ressourceneffizienz.
- **These 1.2:** Digitalisierung macht Ressourceneffizienz messbar und Einsparpotenziale umsetzbar.
- **These 1.3:** Ressourceneffizienzmaßnahmen haben oft einen (zu) engen Fokus auf eine(n) bestimmte(n) Prozess/Wertschöpfungskette und sehen nicht das große Ganze.

- **Thema 2: Innerbetriebliche Umsetzung** von Digitalisierung und Ressourceneffizienz im Geschäftsmodell
- **Kernfrage:** Wo und wie steigern Unternehmen mit digitalen Technologien Ressourceneffizienz? Wie ändert sich das Geschäftsmodell beziehungsweise welche Konzepte unternehmerischen Handelns werden verstärkt genutzt? Welche Potenziale werden hier gesehen?
- **These 2.1:** Ressourceneffizienz manifestiert sich eher in Konzepten unternehmerischen Handelns denn in Geschäftsmodellen.
- **These 2.2:** Für Ressourceneffizienz müssen alle betrieblichen Prozesse einbezogen werden.
- **These 2.3:** Ressourceneffizienz bedeutet, an möglichst vielen Punkten im Betrieb Daten zu erheben und auszuwerten.
- **Thema 3: Wertschöpfungskette/-netze:** Zwischenbetriebliche Integration digitaler Geschäftsmodelle im Kontext von Ressourceneffizienz
- **Kernfrage:** Führt die Integration von digitalen Geschäftsmodellen in Wertschöpfungsketten/-netzen zu positiven Effekten hinsichtlich Ressourceneffizienz und wenn ja, zu welchen?
- **These 3.1:** Nur wenn ein Unternehmen selbst bereits digitale Geschäftsmodelle einsetzt, kann es zur Ressourceneffizienz in Wertschöpfungsketten und -netzwerken beitragen.
- **These 3.2:** KMU profitieren stärker als Großunternehmen von den Möglichkeiten einer vernetzten Produktion.
- **These 3.3:** (Externe) IT-Plattformen werden zu Steuerzentralen in dynamischen Wertschöpfungsnetzwerken und damit zu Enablern der Ressourceneffizienz.

Das Gutachten ist folgendermaßen aufgebaut:

- **Kapitel 2** erläutert die Vorgehensweise und die verwendete Methodik.
- **Kapitel 3** gibt einen Überblick, warum und wie Unternehmen Ressourceneffizienz steigern.
- **Kapitel 4** identifiziert die Rolle der Digitalisierung für Ressourceneffizienz als Enabler.
- **Kapitel 5** zeigt die Umsetzung von Digitalisierung im Geschäftsmodell zur Steigerung von Ressourceneffizienz und ferner, wie sich die Unternehmen über ihre Außendarstellung (Webseiten) zu dem Thema aufstellen.
- **Kapitel 6** liefert politische Handlungsempfehlungen, die auf Basis dieses Projektvorhabens abgeleitet werden können.

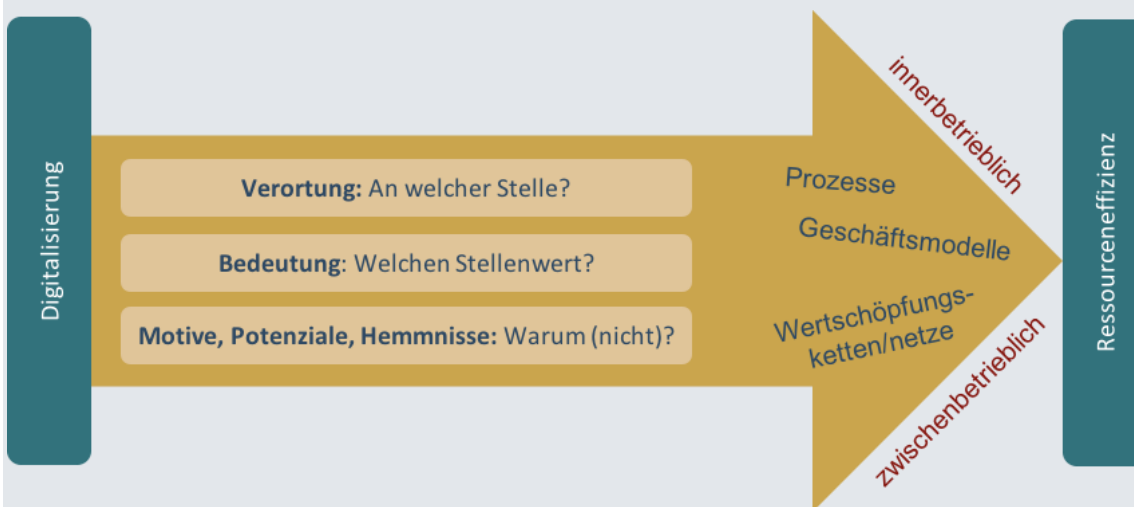
2 Vorgehensweise

Kapitel 2: Schneller Überblick

Diese Studie untersucht empirisch die Rolle der Digitalisierung als Enabler zur Steigerung von Ressourceneffizienz. Dabei stehen folgende Leitfragen im Fokus (Abbildung 2-1):

Abbildung 2-1: Zentrale Fragen der Studie

Schematische Übersicht

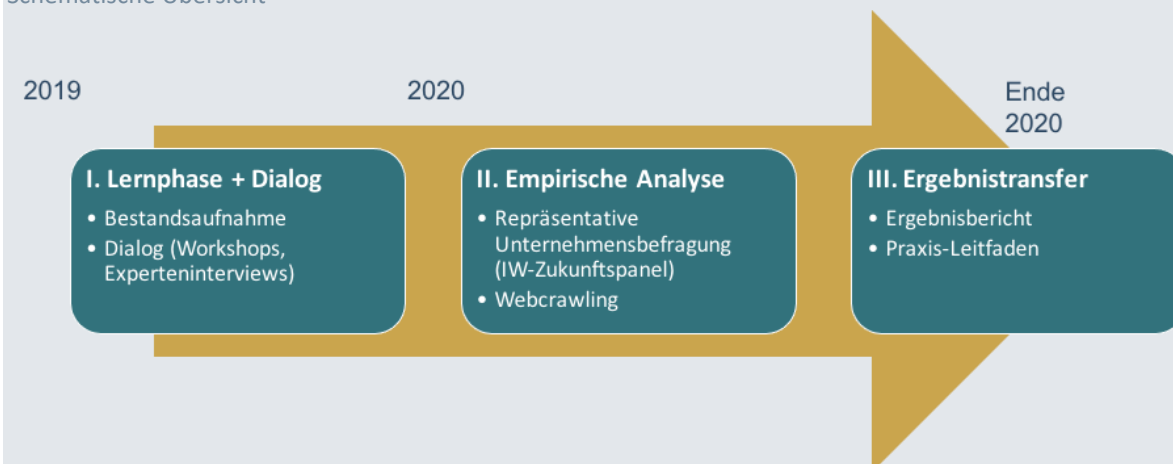


Quelle: eigene Darstellung, Institut der deutschen Wirtschaft

Das Vorgehen der Studie ist mehrstufig angelegt (Abbildung 2-2):

Abbildung 2-2: Projektablauf

Schematische Übersicht



Quelle: eigene Darstellung, Institut der deutschen Wirtschaft

2.1 Ziele und Ablauf

Ein wesentliches Ziel dieser Studie ist es, künftige Gestaltungspfade für die Ressourceneffizienz vor dem Hintergrund aktueller Digitalisierungstrends für die politische Schwerpunktsetzung aufzuzeigen. Hierfür werden bisher fehlende repräsentative Fakten zum aktuellen Stand der deutschen Wirtschaft zu diesem Thema geliefert. Dafür werden Prozesse, Geschäftsmodelle und Wertschöpfungsnetzwerke innerhalb, aber auch zwischen Unternehmen oder Betrieben in den Blick genommen. Durch den starken Praxisbezug sollen gemeinsam mit der Wirtschaft, insbesondere auch mit kleinen und mittelständischen Unternehmen (KMU), realisierbare Wege auf dem Weg dorthin gefunden werden. Folgende Leitfragen stehen im Zentrum dieser Studie:

- **Verortung der Digitalisierung:** Wo und wie kann Ressourceneffizienz mittels Digitalisierung konkret gesteigert werden?
- **Bedeutung der Digitalisierung:** Welche Rolle spielen die Digitalisierung der Unternehmensprozesse und digitale Geschäftsmodelle für die Steigerung der Ressourceneffizienz?
- **Motivation, Potenziale und Hemmnisse für mehr Ressourceneffizienz durch Digitalisierung:** Was sind wesentliche Chancen und Hemmnisse aus Unternehmenssicht? Gibt es weitere Potenziale, die gehoben werden können?

Das Vorgehen für diese Studie ist mehrstufig angelegt:

- **I. Lernphase und Dialog:** Bestandsaufnahme mit qualitativer Überprüfung im Dialog (zwei Workshops mit relevanten Stakeholdern, Experteninterviews)
- **II. Empirische Analyse:** Repräsentative Unternehmensbefragung (IW-Zukunftspanel) und Webcrawling (Quantifizierung der Aktivitäten der Unternehmen im Bereich Ressourceneffizienz auf Basis von Unternehmenswebseiten)
- **III. Dokumentation und Ergebnistransfer:** Ergebnisbericht und Handlungsempfehlungen für Unternehmen (KMU), Abschlussworkshop nach Abschluss des Projekts

Im Folgenden werden die einzelnen Bausteine in diesem Kapitel kurz beschrieben und erklärt. Die späteren Kapitel konzentrieren sich dann auf die Inhalte.

2.2 Lernphase: Wissenschaftliche Bestandsaufnahme

Zu Beginn des Projekts erfolgte eine umfangreiche Literatur- und Datenrecherche zur bisherigen Erkenntnislage und offenen Fragestellungen zu dieser Themenstellung. Dafür wurde zunächst ein systematisches Mapping durchgeführt und darauf basierend wurden Arbeitsthesen im

Verlauf der Studie abgeleitet, die später in allen Phasen des Projekts geprüft wurden. Die Arbeitsthemen wurden bereits in Kapitel 1 vorgestellt.

2.2.1 Mapping

Für diese Studie wurde ein Konzept für ein ergebnisorientiertes sowie systematisches Mapping der Zusammenhänge zwischen Maßnahmen der Ressourceneffizienz, digitalen Technologien, digitalen Geschäftsmodellen und digitalen Wertschöpfungsnetzwerken erstellt. Dazu war es zunächst notwendig, diese verschiedenen Aspekte und ihre vielfältigen Möglichkeiten umfassend systematisch zu kategorisieren:

- **Ressourceneffizienz:** Für Unternehmen gibt es zahlreiche Möglichkeiten, ihre Ressourceneffizienz sowohl auf der Produkt- als auch auf der Prozessebene zu steigern. Es wurden für dieses Gutachten mehr als 140 konkrete Maßnahmen identifiziert, die zunächst zu insgesamt 27 übergeordneten Maßnahmen und dann zu neun Ansätzen geclustert und zusammengefasst wurden.
- **Digitale Technologien:** Um die Relevanz von digitalen Technologien als Enabler für Ressourceneffizienz feststellen zu können, werden relevante digitale Technologien auf Basis eines mehrstufigen Auswahlverfahrens aus mehreren Quellen ermittelt und ebenfalls geclustert. Die Technologien wurden in acht Cluster eingeordnet, von denen drei Cluster als Enabler-Cluster betrachtet werden können, da sie die Grundlage für andere Technologien und Anwendungen bilden. Innerhalb der Cluster wurden wiederum Subcluster gebildet. Um die Technologien und Anwendungen bei verschiedenen Geschäftsmodellen, Konzepten unternehmerischen Handelns und Punkten entlang der Wertschöpfungskette klassifizieren zu können, wurden die Technologiesubcluster digitalen Konzepten im Kontext von Ressourceneffizienz, die für diese Studie festgelegt wurden, zugeordnet.
- **Digitale Technologien für digitale Geschäftsmodelle im Kontext von Ressourceneffizienz:** Im folgenden Schritt wurden die digitalen Technologien zunächst digitalen Geschäftsmodellen und Konzepten unternehmerischen Handelns zugewiesen, um eine Verbindung zwischen den Einzeltechnologien und den Modellen herzustellen, die die Digitalisierung determinieren, also Daten, Plattformen und „Anything as a Service“ (Angebot von Dienstleistungen). Ein Geschäftsmodell wird hier als Grundprinzip verstanden, nach dem Unternehmen Wertschöpfung betreiben, während Konzepte unternehmerischen Handelns nicht das zentrale Prinzip der Wertschöpfung bilden, diesem aber zuträglich sind (siehe auch Kapitel 5.2.1). Anschließend wurden die einzelnen Ressourceneffizienzmaßnahmen den digitalen Geschäftsmodellen zugeordnet.
- **Digitale Technologien für ressourceneffiziente digitale Geschäftsmodelle in Wertschöpfungsketten:** In einem weiteren Schritt wurden die Technologien und Anwendungen der Digitalisierung sowie Maßnahmen und Aspekte der Ressourceneffizienz mit den Bestandteilen der Wertschöpfungsketten gemappt. Abschließend wurden die oben genannten digitalen Geschäftsmodelle den Gliedern der Wertschöpfungskette zugeordnet und deren voraussichtliche Rolle in dynamischen Wertschöpfungsnetzwerken betrachtet.

2.3 Dialog: Expertenworkshops und Experteninterviews

Nach der Identifikation der wesentlichen Fragestellungen und Thesen wurden in einer Dialogphase die Ergebnisse der Bestandsaufnahme im Rahmen von Expertenworkshops sowie Experteninterviews überprüft und vertieft. Dieser Schritt war nicht nur eine qualitative Vorbereitung der Unternehmensbefragung, sondern ermöglichte den direkten Austausch mit der Unternehmenspraxis.

2.3.1 Expertenworkshops

Im Rahmen des Projekts fanden zwei Expertenworkshops statt, um in einem ausgewählten Kreis von Experten erste Ergebnisse zu diskutieren:

- Am 27. Juni 2019 fand der erste Expertenworkshop statt. Es nahmen 17 Unternehmensvertreter und unternehmensnahe Multiplikatoren, zwei Vertreter des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie sowie drei Vertreter der Auftragnehmer dieser Studie teil. Ziel war es, in einem kleinen ausgewählten Kreis die Ergebnisse der wissenschaftlichen Bestandsaufnahme in drei Themenforen zu diskutieren. Jedes Themenforum beschäftigte sich mit einem Themenfeld und damit verbundenen Arbeitsthesen, die im Rahmen der Bestandsaufnahme entwickelt wurden. Die Teilnehmer haben die Arbeitsthesen zur Vorbereitung vorab erhalten. Dabei galt es, verschiedene Thesen zu dieser Thematik aus Sicht der Unternehmenspraxis auf Pinnwänden zu verifizieren, aber auch zu falsifizieren und bei Bedarf zu ergänzen. Die auf Pinnwänden entstandene Struktur wurde anschließend für das Projekt ausgewertet. Die wesentlichen Ergebnisse sind im Anhang A1 unter Abschnitt 1.1 zusammengefasst und sind an geeigneter Stelle im Bericht zusätzlich eingebettet.
- Am 11. November 2019 fand der zweite Expertenworkshop als Round-Table statt. Der Workshop hatte insgesamt 13 Teilnehmer aus Wissenschaft, Politik und Wirtschaft. Darunter waren zwei Vertreter des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie sowie drei Vertreter der Auftragnehmer dieser Studie. Ziel war es hierbei, die geplanten Fragestellungen für die Unternehmensbefragung zu diskutieren. Die Basis war das Fragebogenkonzept, das die Teilnehmer vorab zur Vorbereitung erhielten und ausführlich diskutierten. Die wesentlichen Ergebnisse sind im Anhang A1 unter Abschnitt 1.2 zusammengefasst.

2.3.2 Experteninterviews

Die Experteninterviews während der Lernphase waren neben den Expertenworkshops ein wichtiger Bestandteil der Wissensgeneration, um die in der Bestandsaufnahme formulierten Arbeitsthesen zu vertiefen. Die Experteninterviews halfen nicht nur dabei, die Inhalte und Fragestellungen des Fragebogens für die Unternehmensbefragung zu konkretisieren, sondern gaben insbesondere darüber Aufschluss, wie die Befragten wahrscheinlich über das Thema sprechen. Somit ließ sich im Fragebogen die richtige Sprache mit möglichst passenden Begriffen und korrekter konzeptioneller Verortung treffen. Zudem lieferten die Experteninterviews auch Praxisbeispiele für den KMU-Praxisleitfaden.

Es wurden insgesamt sieben Experteninterviews im Zeitraum von August und September 2019 geführt. Darunter waren vier Unternehmen mit fortschrittlichen digitalen Ansätzen für Ressourceneffizienz in Prozessen, zwei Lösungsanbieter im Bereich Ressourceneffizienz und Digitalisierung und ein Unternehmen mit digitalen Geschäftsmodellen.

Die Gespräche mit Experten wurden telefonisch als semi-strukturierte Interviews geführt und dauerten jeweils circa eine Stunde. Das heißt, es wurde für jede Gruppe von Experteninterviews ein Gesprächsleitfaden mit Leitthemen und gegebenenfalls Beispielfragen auf Basis der Ergebnisse aus der Bestandsaufnahme sowie des ersten Expertenworkshops entwickelt, an dem sich das Gespräch orientierte. Die Teilnehmer erhielten im Vorfeld eine kurze Übersicht mit den wesentlichen Fragestellungen, die aus dem ausführlichen Interviewleitfaden extrahiert wurden. Es war jedoch das erklärte Ziel, eine möglichst offene und natürliche Gesprächsatmosphäre zu schaffen und dem Gespräch einen gewissen „Freilauf“ zu lassen. Die Auswertung der Experteninterviews erfolgte nach etablierten Techniken der qualitativen Analyse, die sich am so genannten „Grounded Theory-Ansatz“ orientieren (Corbin/Strauss, 2008). Die wesentlichen Ergebnisse sind im Anhang A1 in Abschnitt 1.3 zu lesen. An geeigneter Stelle werden einzelne Ergebnisse im Haupttext hervorgehoben.

2.4 Empirie: Unternehmensbefragung und Webcrawling

Wesentliche Grundlage für die empirische Analyse ist eine Unternehmensbefragung. Ergänzend liefert das Webcrawling, eine Analyse der Webseiteninhalte auf bestimmte Begriffe, einen Weg, um mehr Informationen über die Außendarstellung der Unternehmen bei dieser Thematik zu erhalten.

2.4.1 Unternehmensbefragung

Die Unternehmensbefragung stellt einen zentralen Bestandteil des Projekts dar, da sie erstmalig einen umfassenden repräsentativen Überblick über den Status quo in der deutschen Wirtschaft zur Rolle der Digitalisierung für Ressourceneffizienz liefert. Einen ersten repräsentativen Einblick lieferte zuvor eine sehr kurze Befragung, bei der mittels einiger ausgewählter Fragen im Sommer 2016 ein erster Überblick über den Digitalisierungsgrad in Unternehmen bei Maßnahmen der Materialeffizienz ermittelt wurde (Neligan/Schmitz, 2017). Ein gutes Kompendium aus technologischer Sicht mit Praxislösungen, Fallstudien und Empfehlungen stellt die Studie des VDI ZRE im Auftrag des BMU aus dem Jahr 2017 dar. Neben der Erläuterung von bestehendem technischen Hintergrundwissen und Standards, liegt der Fokus auf der Darstellung von aktuellen Technologien, Systemlösungen aus der industriellen Praxis sowie auf Trends aus der Forschung und den Potenzialen zur Steigerung der Ressourceneffizienz. Die Studie des VDI ZRE fokussiert jedoch nur auf KMU und liefert keine repräsentative Evidenz über wesentliche ökonomische Indikatoren. Auf Basis von Fallstudien (Best-Practice-Beispiele) wurden beispielhaft Einsparpotenziale ermittelt (VDI ZRE, 2017a).

Für die vorliegende Studie wurde eine deutlich ausführlichere Befragung als diejenige in Ne-ligan/Schmitz (2017) vorgenommen. Die Unternehmensumfrage liefert originäre und bisher noch nicht vorliegende Fakten zur Lage in den Unternehmen beim Thema Ressourceneffizienz und der Bedeutung der digitalen Vernetzung und der damit verbundenen Geschäftsmodelle. Dabei stehen belastbare Zahlen zur Relevanz, Chancen, Potenzialen und Hemmnissen der Digitalisierung zur Steigerung der Ressourceneffizienz im Vordergrund. Grundlage für das Befragungskonzept sind die in der Lernphase formulierten Leitthesen (siehe auch Kapitel 1), die im Rahmen eines ersten Expertenworkshops und vertiefender Experteninterviews einer ersten Überprüfung unterzogen wurden. Ziel der Unternehmensbefragung war es, repräsentative Fakten zu diesen Leitthesen zu liefern. Zudem sollte die Möglichkeit genutzt werden, Fragen zu stellen, auf deren Basis Handlungsempfehlungen formuliert werden können. Das Fragebogenkonzept wurde im Rahmen eines zweiten Expertenworkshops ausgiebig diskutiert und danach überarbeitet. Abbildung 2-3 gibt einen Überblick über die wesentlichen Indikatoren, die im Rahmen der Befragung erfasst wurden.

Die Befragung fand von Ende Januar bis Mitte März 2020 im Rahmen der 35. Welle des IW-Zukunftspanels statt. Das IW-Zukunftspanel der IW Consult GmbH, einer Tochtergesellschaft des IW Köln, liefert seit 2005 mehrmals pro Jahr Antworten von über 1.000 Unternehmen auf Fragen des Strukturwandels: Um dazu valide Aussagen treffen zu können, werden im Rahmen des IW-Zukunftspanels regelmäßig Unternehmen zu Themen rund um den Strukturwandel befragt. Dazu zählen die Megatrends wie Globalisierung, Outsourcing, Humankapitalintensivierung oder die Tertiarisierung der Wirtschaft. Die Befragung wird bis zu dreimal pro Jahr auf Online-Basis durchgeführt.

Abbildung 2-3: Inhalte der Befragung

Befragungskonzept



Quelle: eigene Darstellung, Institut der deutschen Wirtschaft

Die Befragungen richten sich nicht an die Gesamtwirtschaft, sondern nur an denjenigen Teil, der direkt oder indirekt im internationalen Wettbewerb steht. Das ist der oben genannte Industrie-

Dienstleistungsverbund. Dazu gehören das Produzierende Gewerbe mit dem Verarbeitenden Gewerbe, Ver- und Entsorgung, Bau, sowie die unternehmensnahen Dienste wie Großhandel, Logistik, Informations- und Kommunikationstechnik (IKT) und wirtschaftsnahe Dienstleistungen – also die Industrie sowie die Dienstleistungsbranchen, die über Vorleistungen eng mit der Industrie verbunden sind. Insgesamt wurden knapp 900 Unternehmen befragt. Zwei Drittel sind produzierende Unternehmen, ein Drittel aus dem Bereich unternehmensnahe Dienste (Tabelle 2-1).

In der Stichprobe sind große Unternehmen im Vergleich zur Grundgesamtheit überproportional vertreten. Aus diesem Grund wird bei den Berechnungen eine Gewichtung auf Basis des Unternehmensregisters verwendet, die einen möglichen Größeneffekt korrigiert. In gleicher Weise berücksichtigt die Gewichtung den Fall, dass bestimmte Branchengruppen überproportional vertreten sind. Bei der Berechnung der vergangenen und potenziellen Einsparvolumina wird auf eine Gewichtung zurückgegriffen, in der größere Unternehmen aufgrund ihres höheren Umsatzes stärker ins Gewicht fallen (siehe auch Neligan/Schmitz, 2017).

Tabelle 2-1: Stichprobe der Unternehmensbefragung

Ungewichtete Anzahl nach Mitarbeitergrößenklasse

Branche/Mitarbeiter	1-9	10-49	50-249	ab 250	Gesamt
Produzierendes Gewerbe	101	236	178	84	599
Verarbeitendes Gewerbe	71	190	154	64	479
Ver-/Entsorgung, Bau	30	46	24	20	120
Logistik/Unternehmensnahe Dienste	101	102	62	31	296
Gesamt	202	338	240	115	895

Quelle: IW-Zukunftspanel (2020), eigene Berechnungen

2.4.2 Webcrawling

Das Thema Ressourceneffizienz stellt sich auch für die Außendarstellung der Unternehmen als zunehmend relevant dar. Wie groß die Bedeutung der Themen Ressourceneffizienz und Digitalisierung schon heute für die Unternehmen in Deutschland ist, kann auf Basis einer Analyse der Inhalte der Unternehmenswebseiten hergeleitet werden. Unternehmen die auf ihrer Webseite sowohl Begriffe im Kontext der Ressourceneffizienz als auch der Digitalisierung nennen, sind tendenziell entweder als Anwender oder als Anbieter digitaler Lösungen für die Optimierung der Ressourceneffizienz zu betrachten. Zwar kann im Einzelfall auf Basis der Außendarstellung des Unternehmens nicht mit vollständiger Sicherheit auf die Affinität des Unternehmens zu

diesen Themen geschlossen werden. Auf aggregiertem Niveau generieren die Daten jedoch eine gute Einordnung über die Verbreitung der Thematik in der betrieblichen Wirtschaft in Deutschland.

Zur Messung der Affinität der Unternehmen in Bezug auf die Themen Ressourceneffizienz und Digitalisierung wurden zwei Begriffswolken erstellt, die Begriffe mit einem direkten Zusammenhang zu Ressourceneffizienz beziehungsweise zur Digitalisierung enthalten (Abbildung 2-4). Um die passenden Begriffe zu ermitteln, wurden sowohl eine ausführliche Literaturrecherche durchgeführt als auch Beschreibungen verschiedener Best-Practice-Beispiele zum Thema Ressourceneffizienz analysiert. In einem zweiten Schritt wurden die Begriffe auf ihre Eignung als eindeutiger Indikator für die gesuchten Themen hin überprüft. Als Ergebnis wurde eine Liste mit über 1.300 Wörtern und Wortkombinationen definiert, nach denen auf den jeweiligen Webseiten gesucht wurde. Die Liste enthält dabei sowohl Einzelbegriffe als auch Begriffskombinationen wie „reduzierter Materialverbrauch“. Unternehmen welche sowohl Begriffe aus der Wortwolke des Bereiches Ressourceneffizienz als auch aus der Wortwolke des Bereichs Digitalisierung aufweisen konnten, wurden als affin zum gesuchten Themenfeld kategorisiert.

Abbildung 2-4: Übersicht Begriffscluster „Ressourceneffizienz und Digitalisierung“

Exemplarische Darstellung der Begriffssuche; Grün (links) = Ressourceneffizienz, blau (rechts) = Digitalisierung



Quelle: eigene Darstellung, IW Consult

Die Analyse wurde für alle Webseiten der gewerblichen Wirtschaft in Deutschland durchgeführt. Als Datenbasis wurde hierzu die Unternehmensdatenbank von beDirect genutzt. Diese enthält neben den klassischen strukturellen Informationen wie Branche, Standort oder Mitarbeiterzahl auch die jeweilige Webadresse des Unternehmens. Auf Basis dieser URL werden zudem Daten zu den Volltexten der Webseite der Unternehmen zugelifert. Die Datenbank enthält dabei

Informationen zu Unternehmen aus allen Wirtschaftszweigen der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung. Um für die Analyse konsistente Ergebnisse zu den Befragungsdaten liefern zu können, wurde die Betrachtung auf Unternehmen der gewerblichen Wirtschaft beschränkt. Aus diesem Grund werden Einrichtungen aus dem öffentlichen Sektor, Unternehmen des Finanzsektors, aus dem Einzelhandel sowie das Wohnungswesen und das Gastgewerbe nicht betrachtet. Damit kein Unternehmen, das sich vor allem mit der medialen Berichtserstattung zu diesen Themen beschäftigt, miterfasst wird, wurden zudem Unternehmen aus dem Wirtschaftsbereich Verlagswesen, Medien und Rundfunk nicht berücksichtigt. Rund 50 Prozent der betrachteten Unternehmen verfügten über eine Webseite. Wir nehmen an, dass ein digitales Unternehmen auch Wert auf eine eigene Präsenz im Internet legt. Entsprechend wird angenommen, dass Unternehmen ohne Webseite wenig bis gar nicht in digitalen Anwendungsfeldern unterwegs sind. Die folgenden Analysen in Kapitel 5 werden entsprechend für die mehr als eine Million Unternehmen der betrachteten Wirtschaftszweige mit eigener Webseite durchgeführt. Die Analyse wurde zu zwei Zeitpunkten mit dem Abstand von genau einem Jahr durchgeführt. Erfasst wurden die Daten jeweils Mitte des Jahres 2019 und 2020. Durch die Betrachtung der letzten beiden Jahre kann so neben der Feststellung des aktuellen Status Quo auch auf die Dynamik in der Verbreitung des Themas geschlossen werden.

3 Wege zur Steigerung der Ressourceneffizienz

Kapitel 3: Schneller Überblick

Hintergrund: Definition von Ressourcen und Ressourceneffizienz

- Aus ökonomischer Perspektive versteht man unter „Effizienz“ die Erzeugung eines vorgegebenen Outputs durch einen minimalen Input oder die Erzeugung eines maximalen Outputs durch einen vorgegebenen Input. Wesentliches Ziel der Ressourceneffizienz ist die Verringerung des Verbrauchs natürlicher Ressourcen. Ressourceneffizienz ist das Verhältnis eines bestimmten Nutzens, Produkts oder einer Serviceleistung zum nötigen Ressourceneinsatz.
- Der Fokus liegt in diesem Gutachten bei den Ressourcen auf dem direkt im Betrieb messbaren Inputfaktor Materialverbrauch, aber auch die Energieverbräuche sollen, sofern damit verzahnt und sinnvoll, berücksichtigt werden. Die Steigerung der Ressourceneffizienz über die Verringerung von Umweltbelastungen (Emissionen, Abfälle, Abwasser) werden nicht im Rahmen der Unternehmensbefragung direkt abgefragt.
- Prinzipiell können Unternehmen Ressourcen weniger verbrauchen, mehrmalig gebrauchen und/oder ersetzen, um Ressourceneffizienz zu steigern. Für Unternehmen gibt es zahlreiche Optionen sowohl auf der Produkt- als auch auf der Prozessebene, ihre Ressourceneffizienz zu steigern.

Unternehmensbefragung: Umsetzung von Ressourceneffizienz in Unternehmen

a) Ziele

- Rohstoffe stellen einen erheblichen Kostenfaktor für Unternehmen dar. Deswegen ist die Auseinandersetzung mit dem Thema Ressourceneffizienz für Unternehmen sehr wichtig, denn es kann Kosteneinsparungen und größere Planungssicherheit ermöglichen.
- Unternehmen zielen mit der Steigerung von Ressourceneffizienz vor allem auf geringere Herstellungskosten, Abfallvermeidung und Umweltschutz durch Ressourcenschonung ab. Nur wenige Unternehmen streben bislang eine echte Kreislaufwirtschaft oder eine Vernetzung mit Akteuren entlang der Wertschöpfungskette an (Abbildung 3-1).
- Wer seine Ziele klar vor Augen hat, setzt diese auch besser um: Unternehmen des Verarbeitenden Gewerbes mit hohen Materialeinsparerfolgen in den letzten fünf Jahren haben ihre Ziele in Bezug auf Ressourceneffizienz deutlich klarer definiert als Unternehmen mit geringen Materialeinsparungen.

b) Maßnahmen

- Der Fokus in den Unternehmen liegt nach wie vor darauf, über klassische Optimierungsmaßnahmen weniger Ressourcen zu verbrauchen (Abbildung 3-1). Bislang dominieren Maßnahmen zur Energieeinsparung und -effizienz sowie klassische Prozessoptimierungen und weniger Ansätze, die direkt am Produkt ansetzen, sei es über die Anpassung des Designs oder die Erweiterung des Angebots in Form von Produkt-Service-Systemen.
- KMU erachten die verschiedenen Effizienzmaßnahmen deutlich häufiger als ungeeignet für ihr Unternehmen als große Unternehmen. Im Produzierenden Gewerbe nutzen große Unternehmen alle Maßnahmen nicht nur öfter als KMU, sondern auch häufiger in hohem Maße. Das gilt auch für die unternehmensnahen Dienstleister mit Ausnahme von Produkt-Service-Systemen, die von kleinen und mittleren Unternehmen eher genutzt werden.
- Vorreiter beim Thema Digitalisierung sind auch Vorreiter beim Thema Ressourceneffizienz. Hoch digitalisierte Unternehmen im Verarbeitenden Gewerbe nutzen Ressourceneffizienzmaßnahmen bis auf Maßnahmen zur Kreislaufführung häufiger in intensivem Maße als Unternehmen, die bislang nur computerisiert sind.

Abbildung 3-1: Warum und wie steigern Unternehmen Ressourceneffizienz?

Top-3 Angaben



Quelle: IW-Zukunftspanel (2020), eigene Berechnungen

1

3.1 Hintergrund: Was bedeutet Ressourceneffizienz?

3.1.1 Begriffsabgrenzung: Ressourcen und Ressourceneffizienz

Um die relative Größe Ressourceneffizienz messen zu können, wird im Kontext dieser Studie, insbesondere für die Unternehmensbefragung, ein Ressourcenbegriff benötigt, der für die Unternehmenspraxis relevant, verständlich und vor allem messbar ist. Dieser Ressourcenbegriff wird einheitlich für die gesamte Studie verwendet.

In einer betriebswirtschaftlichen Sicht versteht man unter Ressourcen alle ökonomisch notwendigen Produktionsfaktoren: Betriebs- und Hilfsstoffe, Materialien und Werkstoffe, Energie, Kapital, Personal, Know-how und Zeit (VDI ZRE, 2017a, 20). Materialkosten machen laut Kostenstrukturerhebung den größten Kostenblock im Verarbeitenden Gewerbe aus: Im Jahr 2018 betrug der Materialaufwand (ohne energetisch genutzte Stoffe)³ 43 Prozent des Bruttoproduktionswerts und liegt somit noch deutlich vor den Kosten für Personal (19 Prozent) und Handelsware (13 Prozent). Energiekosten machen lediglich knapp 2 Prozent des Bruttoproduktionswerts aus (Statistisches Bundesamt, 2020). Dennoch erfährt die Energieeffizienz in der öffentlichen Diskussion weiterhin mehr Beachtung als die Materialeffizienz, obwohl die größeren Einsparpotenziale bei den Materialaufwendungen liegen (Schmidt et al, 2017, 17).

Zentrales Thema dieser Studie ist die digitale Vernetzung von Maßnahmen und relevanten Geschäftsmodellen zur Steigerung der betrieblichen Ressourceneffizienz. Wesentliches Ziel der Ressourceneffizienz ist dabei die Verringerung des Verbrauchs natürlicher Ressourcen, insbesondere beim Einsatz von Rohstoffen und Wasser, bei der Inanspruchnahme von Flächen und bei der Minderung von Umweltbelastungen (Schmidt et al, 2017, 13). Eine ausführliche Darstellung verschiedener Ressourcenbegriffe in diesem Kontext liefert ein Literaturüberblick in Abschnitt 2.1 des Anhangs A2. Zu berücksichtigen ist jedoch, dass in der betrieblichen Praxis nur die Verbräuche betrieblicher Ressourcen direkt gemessen werden können (Schebek, 2018, 69). Im Hinblick auf die Unternehmensbefragung, die den empirischen Kern der Studie darstellt und Fragestellungen benötigt, die relativ einfach für Unternehmen beantwortet werden können, sollte sich dieser Ressourcenbegriff deswegen an quantifizierbaren betrieblichen Inputfaktoren orientieren. Besonders wichtig sind hier aus Kostensicht Inputfaktoren wie Materialien (Roh-, Hilfs-, Betriebsstoffe), aber auch der Verbrauch an nicht erneuerbarer und erneuerbarer Endenergie kann hier mitberücksichtigt werden. Dies steht im Einklang mit dem aktuellen Schwerpunkt des nationalen Ressourceneffizienzprogramms. In Progress II stand vor allem die stoffliche Nutzung abiotischer Rohstoffe (Erze, Industriematerialien, Baumaterialien, fossile Rohstoffe) und biotischer Rohstoffe im Fokus. Nahrungs- und Futtermittel wurden nicht betrachtet (BMU, 2016). Dieser Ansatz hat sich grundsätzlich bewährt und soll daher mit Progress III fortgeführt werden (BMU, 2020). Die Steigerung der Ressourceneffizienz über die Verringerung von Umweltbelastungen (Emissionen, Abfälle, Abwasser) werden nicht im Rahmen der

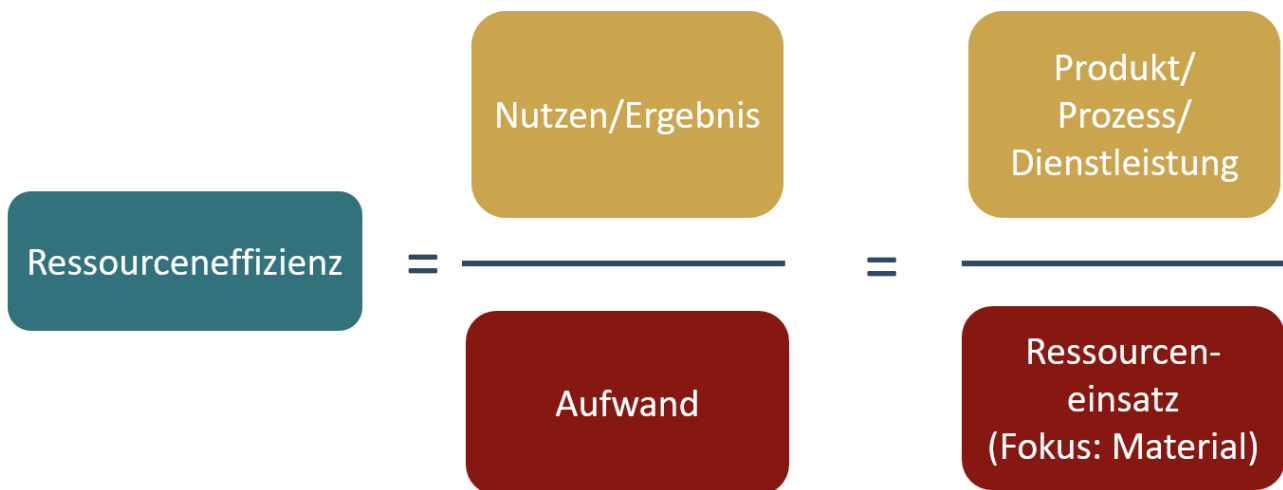
³ Allerdings erfasst das Statistische Bundesamt im Posten Materialverbrauch mehr als die reinen Materialkosten, da es neben den Kosten für Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe auch Aufwendungen für fremdbezogene Vorprodukte, zum Beispiel Fremdbauteile und Halbzeuge, miteinschließt. Damit handelt es sich nach dieser Definition nur zum Teil um Rohstoffkosten und der Aufwand für Material wird hier deutlich höher bewertet.

Unternehmensbefragung direkt abgefragt. Eher möglich und sinnvoll erscheint die qualitative Abfrage der Enabler-Funktion der digitalen Vernetzung zur Reduzierung von Umweltbelastungen.

Aus ökonomischer Perspektive versteht man unter „Effizienz“ die Erzeugung eines vorgegebenen Outputs durch einen minimalen Input (Minimalprinzip) oder als die Erzeugung eines maximalen Outputs durch einen vorgegebenen Input (Maximalprinzip). Mit der Zielsetzung, den Begriff „Ressourceneffizienz“ möglichst treffgenau aus Unternehmenssicht zu verwenden, wurde hier auf Basis der existierenden Literatur eine für die Studie einheitliche Abgrenzung festgelegt (siehe auch Anhang A2 Abschnitt 2.1). Ressourceneffizienz ist das Verhältnis eines bestimmten Nutzens, Produktes oder einer Serviceleistung zum nötigen Ressourceneinsatz (i. d. R. natürliche Ressourcen) (Abbildung 3-2).

Abbildung 3-2: Abgrenzung von Ressourceneffizienz

Berechnungsweg



Quellen: VDI ZRE, o.J.a, VDI 4800 Blatt 1, Institut der deutschen Wirtschaft

3.1.2 Ziele und Ansätze für die Steigerung von Ressourceneffizienz

Ressourceneffizienz ist ein strategisches Unternehmensziel und ein wesentlicher unternehmerischer Erfolgsfaktor. Durch den intelligenten Einsatz von Rohstoffen in der Produktion, die Rückgewinnung von Wertstoffen oder die Substitution von Materialien können Unternehmen entlang der gesamten Wertschöpfungskette ressourceneffizienter arbeiten. Dafür werden kontinuierlich Produktionsprozesse und Produkte verbessert. Dies wirkt sich nicht nur positiv auf das Geschäftsergebnis und somit auf die Wettbewerbsfähigkeit aus, sondern es ist auch ein wirksames Mittel, um sich gegen Preis- und Lieferrisiken in der Rohstoffbeschaffung abzusichern und schont gleichzeitig die Umwelt. Für Unternehmen stellt der sparsame Umgang mit Rohstoffen eine Möglichkeit dar, vornehmlich Kosten einzusparen und die Rohstoffversorgung zu sichern (Biebeler, 2014; Bardt/Kempermann/Lichtblau, 2013). Somit gibt es ausreichende unternehmerische Anreize zur Verbesserung der Ressourceneffizienz. Entscheidend für weitere

Steigerungen der Ressourceneffizienz wird künftig das Denken in kompletten Kreisläufen und nicht nur in Ketten der Wertschöpfung sein. Es gilt dabei nicht nur innerhalb der Produktionsprozesse in Stoffkreisläufen zu denken, sondern es muss auch am Ende der Produktnutzungsdauer eine Rückführung in den Ressourcenkreislauf erfolgen. Damit wird Recyclingfähigkeit ein wichtiges Entwicklungskriterium bereits bei der Produktentwicklung. Neben dem Recycling spielt aber auch eine verstärkte Nutzung von Sekundärrohstoffen und die Substitution von kritischen Materialien eine relevante Rolle (Neligan/Schmitz, 2017).

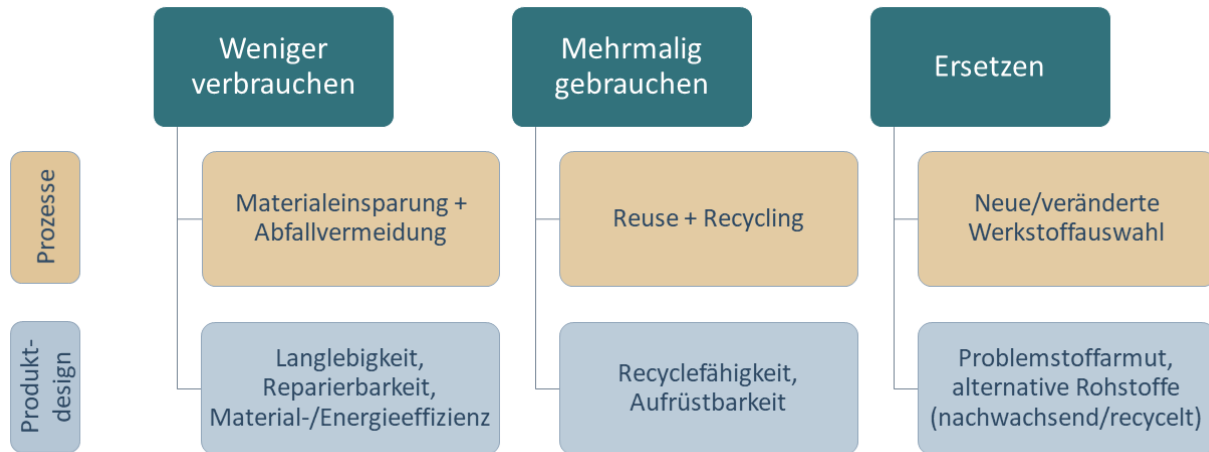
Prinzipiell können Unternehmen Ressourcen weniger verbrauchen, mehrmalig gebrauchen und/oder ersetzen, um Ressourceneffizienz zu steigern. Dabei können Unternehmen eher eine prozessbezogene oder eine produktbezogene Sicht einnehmen (Biebeler, 2014; Neligan/Schmitz, 2017).

Betrachtet man Ressourceneffizienzsteigerungen eher **prozessbezogen** aus Sicht des Betriebes, welcher das Produkt oder eine Serviceleistung erstellt (**Ressourceneffizienz im engeren Sinne**), dann stehen Unternehmen folgende Möglichkeiten zur Steigerung der Ressourceneffizienz zur Verfügung (Abbildung 3-3):

- **Weniger verbrauchen** (Effizienz im engeren Sinne): Bei der Produktion/Erbringung von Dienstleistungen wird darauf geachtet, dass Ressourcen sparsam eingesetzt werden und möglichst wenig Abfall entsteht. Klassische Maßnahmen zur Optimierung am Hauptprozess sind die Reduktion von Verschnitt und Ausschuss und der sparsame Umgang mit Büromaterialien. Weitere Maßnahmen sind die bessere Auslastung der Maschinen, die materialschonende Lagerhaltung, aber auch die Substitution von Betriebs-/Hilfsstoffen und die Nutzung von Abwärme (energetische Verwertung).
- **Mehrfach gebrauchen**: Einfache Rücknahme/Annahme (neue Geschäftsmodelle), Wiederverwertung von eigenen Rest- und Abfallstoffen über Recycling oder energetische Verwertung, betriebsübergreifende Verwertung und Lieferung von Rest-, Abfallstoffen oder Nebenprodukten sowie die ordnungsgemäße Entsorgung sind hier Beispiele, wie bei der Entsorgung die Ressourceneffizienz gesteigert werden kann. Wichtige Stichwörter sind hier: Kreislaufführung und Rückführung (Recycling, Reuse, Remanufacturing), intensiverer Gebrauch („Leihen statt Kaufen“ im Sinne der Sharing Economy (Ökonomie des Teilens/kollaborative Wirtschaft), Nutzen ohne Eigentum)
- **Ersetzen**: Substitution (Nachwachsende Rohstoffe, Neue Werkstoffe, Neue Technologien mit anderem Rohstoffprofil, Leichtbau)

Abbildung 3-3: Wege und Ansatzpunkte zur Steigerung der Ressourceneffizienz

Schematische Darstellung



Quellen: eigene Darstellung, Institut der deutschen Wirtschaft

Berücksichtigt man **Ressourceneffizienz in einem weiteren Sinne**, dann stehen diejenigen Eigenschaften von Produkten/Serviceleistungen eher im Vordergrund, die bereits in der Planungsphase berücksichtigt werden. Produkte können ressourceneffizient designet werden (Ökodesign). Dabei wird bei optimaler Funktion des Produkts für den ganzen Produktlebenszyklus der Ressourceneinsatz, die Verwendung von Schadstoffen, Emissionen und Abfällen minimiert. Neben einem geringeren Ressourceneinsatz können auch Einsatzstoffe zum Beispiel durch neuartige Werkstoffe oder Sekundärrohstoffe ausgetauscht, neue Techniken angewandt und Aspekte des Recyclings, der Reparierfähigkeit und der Kreislaufführung in einer verwertungsgerechten Produktgestaltung sowie Langlebigkeit bereits in der Planungsphase berücksichtigt werden. Diese Ansätze sind im Regelfall dann eher **produktbezogen**, wobei eine trennscharfe Abgrenzung zwischen der Produkt- und Prozesssicht nicht durchgängig möglich ist:

- **Weniger verbrauchen:** Die Langlebigkeit oder Reparierbarkeit der Güter sind dann auch relevante Eigenschaften, da sie im Zeitverlauf die in Anspruch genommene Gütermenge beim Endverbraucher senkt (Sartorius/Gandenberger, 2016, 6).
- **Mehrfach gebrauchen:** Produkteigenschaften wie Recyclingfähigkeit oder Aufrüstbarkeit können dazu beitragen, dass Produkte beziehungsweise deren Rohstoffe mehrmalig genutzt werden können.
- **Ersetzen:** Bereits im Produktdesign werden nachwachsende oder recycelte Materialien mit-eingeplant und man achtet darauf, möglichst keine Problemstoffe zu verwenden.

3.1.3 Betriebliche Ansatzpunkte zur Steigerung der Ressourceneffizienz

Für Unternehmen gibt es zahlreiche Möglichkeiten sowohl auf der Produkt- als auch auf der Prozessebene ihre Ressourceneffizienz zu steigern. Um ein umfassendes Bild abgeben zu können, müssen diese vielfältigen Maßnahmen für die weitere Studie systematisch erfasst werden. Eine ausführliche Beschreibung der vorgenommenen Systematisierung über ein Mapping ist in Abschnitt 3.1 des Anhangs A3 enthalten. Auf Basis des festgelegten Ressourcen- und Ressourceneffizienzbegriffs wurde eine sehr umfassende Literaturanalyse⁴ durchgeführt. Strategien der Suffizienz, also des Verzichts, sollten nicht im Rahmen der Studie betrachtet werden, da ihr Hauptadressat der Endverbraucher und nicht das Unternehmen ist. Wir möchten auch darauf hinweisen, dass je nach Branche eine effiziente Gestaltung von Produktionsprozessen sehr unterschiedlich ausgestaltet sein kann. Der Fokus dieses Gutachtens liegt auf den Unternehmen der Industrie und den industrienahen Dienstleistern aller Unternehmensgrößen, da diese auch Fokus der Unternehmensbefragung im Rahmen des IW-Zukunftspanels sind.

Abbildung 3-4 gibt einen Überblick über die identifizierten Ansätze zur Steigerung der Ressourceneffizienz und zeigt auf dieser abstrakten Ebene auf, welcher Weg zu Steigerung der Ressourceneffizienz damit eingeschlagen wird:

- Auf der **Produktebene** konnten vier verschiedene Ansätze identifiziert werden. Auch wenn dieses Mapping auf einer abstrakten Ebene durchgeführt wird, zeigt sich, dass mehr als ein Ziel mit den Ansätzen verfolgt wird. Sehr häufig verfolgen Ansätze bei der Produktplanung das Ziel, sowohl Ressourcen einzusparen als auch mehrmalig zu gebrauchen.
- Auf der **Prozessebene** wurden fünf verschiedene Ansätze festgelegt: Währende Ansätze wie das strategische Ressourcenmanagement und die Optimierung mehrere Ziele verfolgen, zielt die Kreislaufführung stark auf eine Mehrfachnutzung ab.

⁴ Dafür wurden überwiegend aus folgenden Studien relevante konkrete Maßnahmen identifiziert: Biebeler, 2014; econsense, 2012; Fraunhofer IAO, 2010; Giegrich et al, 2012; Kleeberg et al, 2016; Lange, 2017; Lang-Koetz / Pastewski / Rohn, 2010; Mattes / Lerch / Jäger, 2015; Kristof et al, 2009; Neligan / Schmitz, 2017; Sartorius / Gandenberger, 2016; Schmidt et al, 2017; Schröter, 2011; Schröter / Lerch / Jäger, 2011; Tukker, 2004; VDI ZRE, 2017b; Werland et al, 2014).

Abbildung 3-4: Typisierung betrieblicher Maßnahmen für Ressourceneffizienz

Konzept für Mapping der Ansätze zur Steigerung der Ressourceneffizienz zu den grundsätzlichen Wegen

Ansätze	Wege		
	Weniger verbrauchen	Mehrmaliggebrauchen	Ersetzen
Produkte			
I. Design for resource efficiency	X	X	X
II. Design for reuse	X	X	
III. Design for durability	X	X	
IV. Produkt-Service-Systeme	X	X	X
Prozesse			
I. Strategisches Ressourcenmanagement	X	X	X
II. Optimierung	X		X
III. Betriebsinterne Kreislaufführung		X	
IV. Betriebsübergreifende Kreislaufführung		X	
V. Energieeffizienz/-einsparung	X		

Quelle: eigene Darstellung, Institut der deutschen Wirtschaft

3.2 Unternehmensbefragung: Wie setzen Unternehmen Ressourceneffizienz um?

3.2.1 Bedeutung und Ziele von Ressourceneffizienz

Ressourceneffizienz ist ein wesentliches strategisches Unternehmensziel. Die meisten Unternehmen stufen in der Unternehmensbefragung Ressourceneffizienz als ein unternehmensrelevantes Thema ein. Nur zwei Prozent der Unternehmen des Produzierenden Gewerbes – im Verarbeitenden Gewerbe waren es sogar nur knapp ein Prozent – gaben an, dass Ressourceneffizienz für sie kein relevantes unternehmerisches Thema sei. Bei den unternehmensnahen Dienstleistern war dieser Anteil mit 12 Prozent etwas höher, aber es ist auch hier eine Minderheit.

Weniger Ressourcen verbrauchen, Ressourcen mehrfach gebrauchen und/oder ersetzen führt zu mehr Ressourceneffizienz, welche Ressourcen und Kosten sparen sowie die Umwelt schonen kann, aber auch Marktvorteile ermöglicht. Letztere werden aber in den meisten Unternehmen noch nicht als vorrangiges Ziel für die Steigerung von Ressourceneffizienz betrachtet. In der Befragung zeigt sich, dass die drei Top-Ziele geringere Herstellungskosten, Abfallvermeidung sowie Umweltschutz durch Ressourcenschonung sind. Dabei zeigt Abbildung 3-5, dass Industrieunternehmen diese Ziele deutlich häufiger verfolgen als unternehmensnahe Dienstleister:

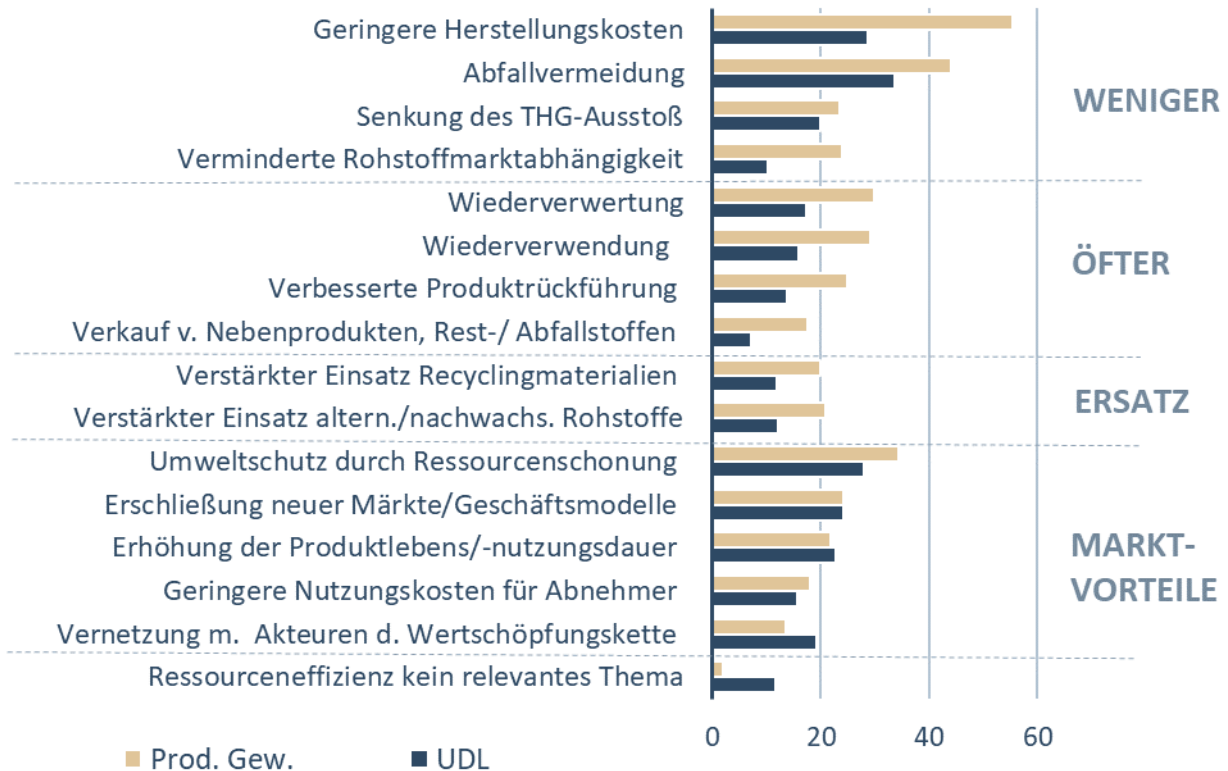
- In den Unternehmen liegt der Fokus bislang weiterhin auf weniger Ressourcen verbrauchen, da geringere Herstellungskosten sowie Abfallvermeidung mit Abstand die wichtigsten Ziele sind. Mehr als die Hälfte des Produzierende Gewerbes verfolgt eindeutig das Ziel geringerer Herstellungskosten – bei den unternehmensnahen Dienstleistern ist es ein Viertel der

Unternehmen. In beiden Branchengruppen verfolgen große Unternehmen die Senkung von Herstellungskosten deutlich häufiger als KMU. Zwei von fünf produzierenden Unternehmen setzen auf Abfallvermeidung – bei den unternehmensnahen Dienstleistungen sind es ein Drittel. Hier zeigen sich keine großen Unterschiede in den beiden Branchengruppen nach Unternehmensgröße.

- Ein Drittel des Produzierenden Gewerbes sieht aber den Umweltschutz durch Ressourcenschonung als dritt wichtiges Ziel – so auch die unternehmensnahen Dienstleister, wobei dies hier nur auf gut ein Viertel der Unternehmen zutrifft. Auch wenn etwa der gleiche Anteil an großen Unternehmen wie KMU „zutreffend“ angekreuzt hat, ist der Anteil, die „eher zutreffend“ angekreuzt haben, deutlich höher bei großen Unternehmen, insbesondere bei unternehmensnahen Dienstleistern, als bei KMU.
- Nur wenige Unternehmen zielen bislang auf eine echte Kreislaufwirtschaft ab, beispielsweise über die Steuerung von Produktionsprozessen, Designoptimierung und/oder der Entwicklung neuer Geschäftsmodelle in Hinblick auf Kreislaufführung. Am ehesten wird im Produzierenden Gewerbe das Ziel der Wiederverwertung, Wiederverwendung aber auch der Rückführung von Produkten verfolgt. Etwa ein Viertel der produzierenden Unternehmen gab hier an, dass eine Produktrückführung angestrebt wird, bei der Wiederverwendung und -verwertung sind es etwa 30 Prozent. Große produzierende Unternehmen haben eher die Wiederverwertung von Materialien und Werkstoffen im Blick als KMU. Ein weiteres Viertel des Produzierenden Gewerbes gab an, dass diese drei Ziele „eher zutreffend“ für ihr Unternehmen sind. Jeder vierte bis fünfte unternehmensnahe Dienstleister hat eher die Erschließung neuer Märkte/Geschäftsmodelle, die Erhöhung der Produktlebens-/nutzungsdauer oder die Senkung von Treibhausgasemissionen auf der Agenda, wenn es darum geht, Ressourceneffizienz zu steigern. Dabei ist die Erhöhung der Produktlebens-/nutzungsdauer häufiger ein Ziel von kleinen und mittelständischen Dienstleistern als von großen Dienstleistern, während der Befund bei den anderen beiden Zielen andersherum gelagert ist.
- Nur wenige Unternehmen zielen bislang darauf ab, sich über Ressourceneffizienzsteigerungen mit wichtigen Akteuren entlang der Wertschöpfungskette zu vernetzen. Im Produzierenden Gewerbe sind es nur 13 Prozent – große Unternehmen geben dieses Ziel etwas häufiger als „eher zutreffend“ an als KMU. Bei den unternehmensnahen Dienstleistern ist es etwa jedes fünfte Unternehmen; auch hier sagen deutlich mehr große Unternehmen, dass dieses Ziel zumindest eher zutrifft. Gerade bei der Vernetzung mit Akteuren in der Wertschöpfungskette könnte die digitale Vernetzung eine wesentliche Unterstützung sein.

Abbildung 3-5: Ressourceneffizienz ist vor allem „weniger verbrauchen“

Ziele von Ressourceneffizienz, nur Angaben „trifft zu“ in Prozent der Unternehmen nach Branche



Frage: Welche Ziele verfolgt Ihr Unternehmen durch die Steigerung der Ressourceneffizienz? (Vier Antwortkategorien: trifft zu, trifft eher zu, trifft eher nicht zu, trifft nicht zu).

Prod. Gew: Produzierendes Gewerbe, UDL: Unternehmensnahe Dienstleistungen

Quelle: IW-Zukunftspanel (2020), eigene Berechnungen

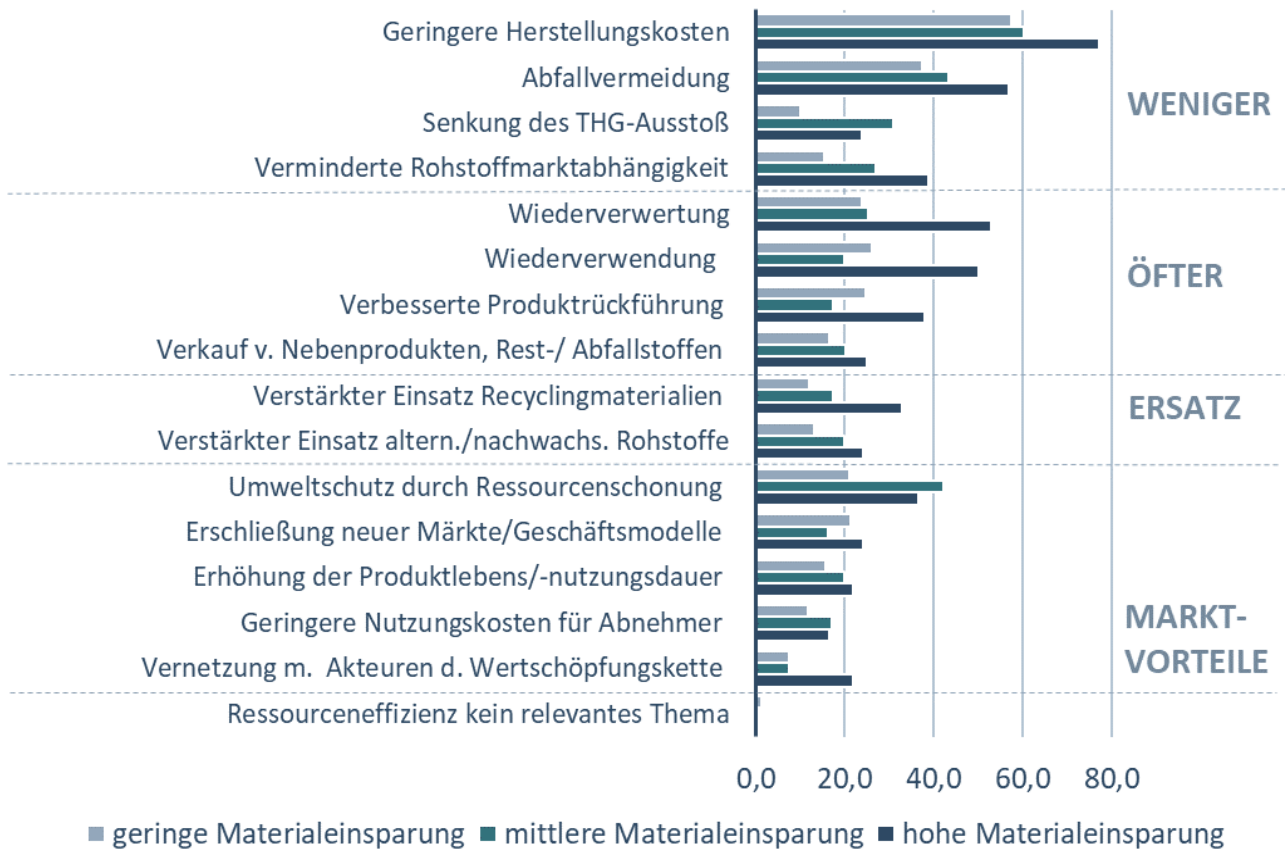
Den Unternehmen ist es in den letzten fünf Jahren unterschiedlich gelungen den Material- und Energieverbrauch zu reduzieren. Im Durchschnitt konnte Material um etwa 6 Prozent und Energie um 8 Prozent eingespart werden. Hohe Einsparungen werden als ein Indikator für die Erfolge bei der Material- und Energieeffizienz gesehen. Die Angaben der Unternehmen zu ihren Material- und Energieeinsparungen können verwendet werden, um einen Erfolgsindikator in Bezug auf die Materialeinsparungen zu bilden. Hierfür werden drei Gruppen gebildet: Unternehmen mit geringen, mittleren und hohen Materialeinsparungen. Betrachtet man die Bedeutung der Ziele für die Unternehmen nach der Höhe der Materialeinsparungen für das Verarbeitende Gewerbe so zeigt sich, dass Unternehmen mit hohen Materialeinsparererfolgen ihre Ziele, die sie mit einer Steigerung von Ressourceneffizienz verfolgen, deutlich klarer vor Augen haben als Unternehmen, die nur geringe Einsparungen hatten. Im Verarbeitenden Gewerbe betragen die durchschnittlichen Einsparungen von Materialien 6 Prozent und von Energierohstoffen 9 Prozent (s. Abbildung 3-6):

- Unternehmen des Verarbeitenden Gewerbes mit hohen Materialeinsparerfolgen geben bei den meisten Zielen deutlich häufiger an, dass die Ziele zur Steigerung von Ressourceneffizienz auf ihr Unternehmen zutreffen. Dabei sind vor allem geringere Herstellungskosten und Abfallvermeidung wichtige Ziele, um weniger zu verwenden, aber auch eine verminderte Rohstoffabhängigkeit wird eher bei erfolgreich materialeinsparenden Unternehmen angestrebt.
- Aber auch die Wiederverwertung und -verwendung sowie eine verbesserte Rückführung, um Ressourcen mehrfach zu verwenden, spielen bei erfolgreich materialeinsparenden Unternehmen des Verarbeitenden Gewerbes eine wichtigere Rolle.
- Erfolgreich materialsparende Unternehmen zielen auch deutlich häufiger darauf ab, sich mit wichtigen Akteuren entlang der Wertschöpfungskette zu vernetzen.

Diese Unterschiede nach dem Materialeinsparerfolg weisen darauf hin, dass Unternehmen für das Thema sensibilisiert werden müssen und Informationen benötigen, wie sie Ressourceneffizienz steigern können. Wer klare Ziele hat, setzt diese dann auch besser um.

Abbildung 3-6: Wer erfolgreich Material einspart, hat seine Ziele klarer vor Augen

Ziele von Ressourceneffizienz, nur Angaben „trifft zu“ in Prozent der Unternehmen des Verarbeitenden Gewerbes nach Höhe der Einsparung von Materialien in den letzten 5 Jahren



Frage: Welche Ziele verfolgt Ihr Unternehmen durch die Steigerung der Ressourceneffizienz? (Vier Antwortkategorien: trifft zu, trifft eher zu, trifft eher nicht zu, trifft nicht zu).

Quelle: IW-Zukunftspanel (2020), eigene Berechnungen

Die Ergebnisse stehen im Einklang mit früheren Studien von Neligan/Schmitz (2017) und Biebler (2014), die auch deutlich zeigen, dass bisher in der Industrie vor allem eher klassische Optimierungsmaßnahmen zur Steigerung der Materialeffizienz dominieren, während grundlegende Weichenstellungen für eine moderne Kreislaufwirtschaft in vielen Unternehmen noch nicht vorhanden sind. Es ist bislang noch nicht so verbreitet, Materialien im großen Stil bereits beim Produktdesign, über eine Kreislaufführung oder neue Geschäftsmodelle, einzusparen. Hier liegen noch weitere Potenziale zur Steigerung der Ressourceneffizienz. Um diese identifizieren zu können, ist es notwendig, in einem nächsten Schritt in einer tiefgliedrigen Ebene konkrete Maßnahmen umfassend anzuschauen.

3.2.2 Maßnahmen zur Steigerung von Ressourceneffizienz

Den Ressourcenverbrauch zu reduzieren ist in den Unternehmen nicht nur ein wichtiges Ziel, sondern auch ein wesentlicher Schritt auf dem Weg zur effizienten Nutzung von Ressourcen.

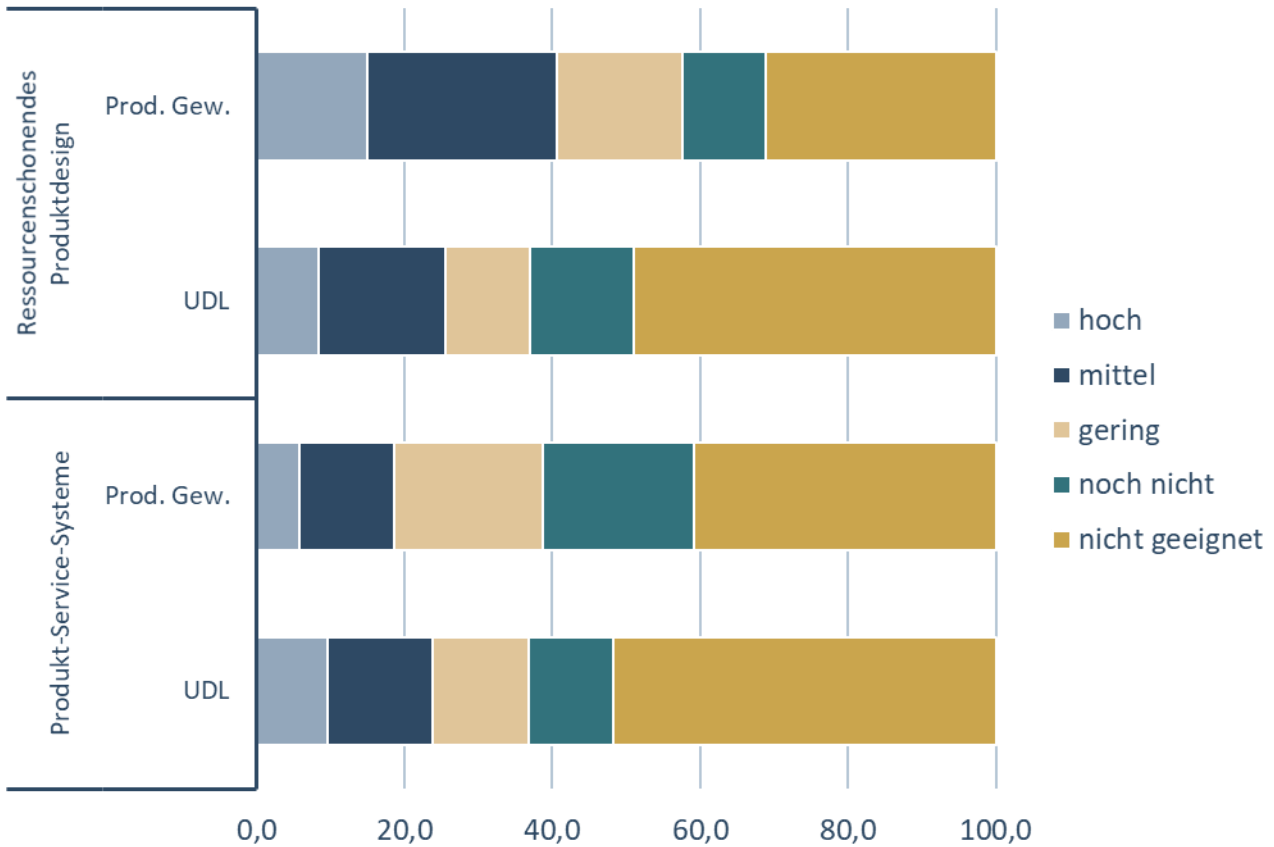
Bislang dominieren Maßnahmen zur Energieeinsparung und -effizienz sowie klassische Prozessoptimierungen und weniger Ansätze, die direkt am Produkt ansetzen, sei es über die Anpassung des Designs oder über die Erweiterung des Angebots in Form von Produkt- Service-Systemen.

Auf der Produktebene zeigt sich, dass viele Unternehmen, vor allem unternehmensnahe Dienstleister, ressourcenschonendes Produktdesign und Produkt-Service-Systeme noch nicht nutzen beziehungsweise beides eher für ungeeignet für ihre Produkte/Dienstleistungen ansehen. Insgesamt zeigt sich, dass nur wenige Maßnahmen in hohem Maße Anwendung finden, aber auch viele Maßnahmen von einem beträchtlichen Anteil der Unternehmen gar nicht genutzt werden (Abbildung 3-7):

- Ressourcenschonendes Produktdesign wird von knapp drei von fünf produzierenden Unternehmen bislang verwendet, um Ressourceneffizienz zu steigern. Nur 15 Prozent nutzen diesen Ansatz bislang in hohem Maße, ein weiteres Viertel in mittlerem Maße. Mehr als drei von zehn Unternehmen im Produzierenden Gewerbe erachten einen solchen Produktansatz für mehr Ressourceneffizienz als unpassend für ihr Unternehmen. Bei den unternehmensnahen Dienstleistungen ist es sogar jedes zweite Unternehmen, nur knapp zwei Fünftel setzen bislang beim Produktdesign an, um Ressourcen zu sparen. Es überrascht nicht, dass Dienstleister bei ihren Serviceangeboten weniger Möglichkeiten zur Einsparung von Ressourcen über das Design sehen.
- Noch seltener werden Produkt-Service-Systeme bislang als ein Weg erachtet, um Ressourceneffizienz zu erhöhen. Zwei Fünftel der Industrieunternehmen halten sie für ihr Unternehmen für ungeeignet, bei den unternehmensnahen Dienstleistern sind es sogar mehr als die Hälfte. Nur wenige Unternehmen setzen bei Produkt-Service-Systemen bislang an, knapp ein Viertel der Dienstleister in mittlerem bis hohem Maße, knapp ein Fünftel bei den Industrieunternehmen.

Abbildung 3-7: Maßnahmen auf der Produktebene

Angaben in Prozent der Unternehmen nach Branche



Frage: In welchem Maße nutzt Ihr Unternehmen folgende Wege/Optionen zur effizienten Nutzung von Ressourcen? (Fünf Antwortkategorien: in hohem Maße, in mittlerem Maße, in geringem Maße, bisher noch nicht, Maßnahme für die Produktion nicht geeignet).

Prod. Gew: Produzierendes Gewerbe, UDL: Unternehmensnahe Dienstleistungen

Quelle: IW-Zukunftspanel (2020), eigene Berechnungen

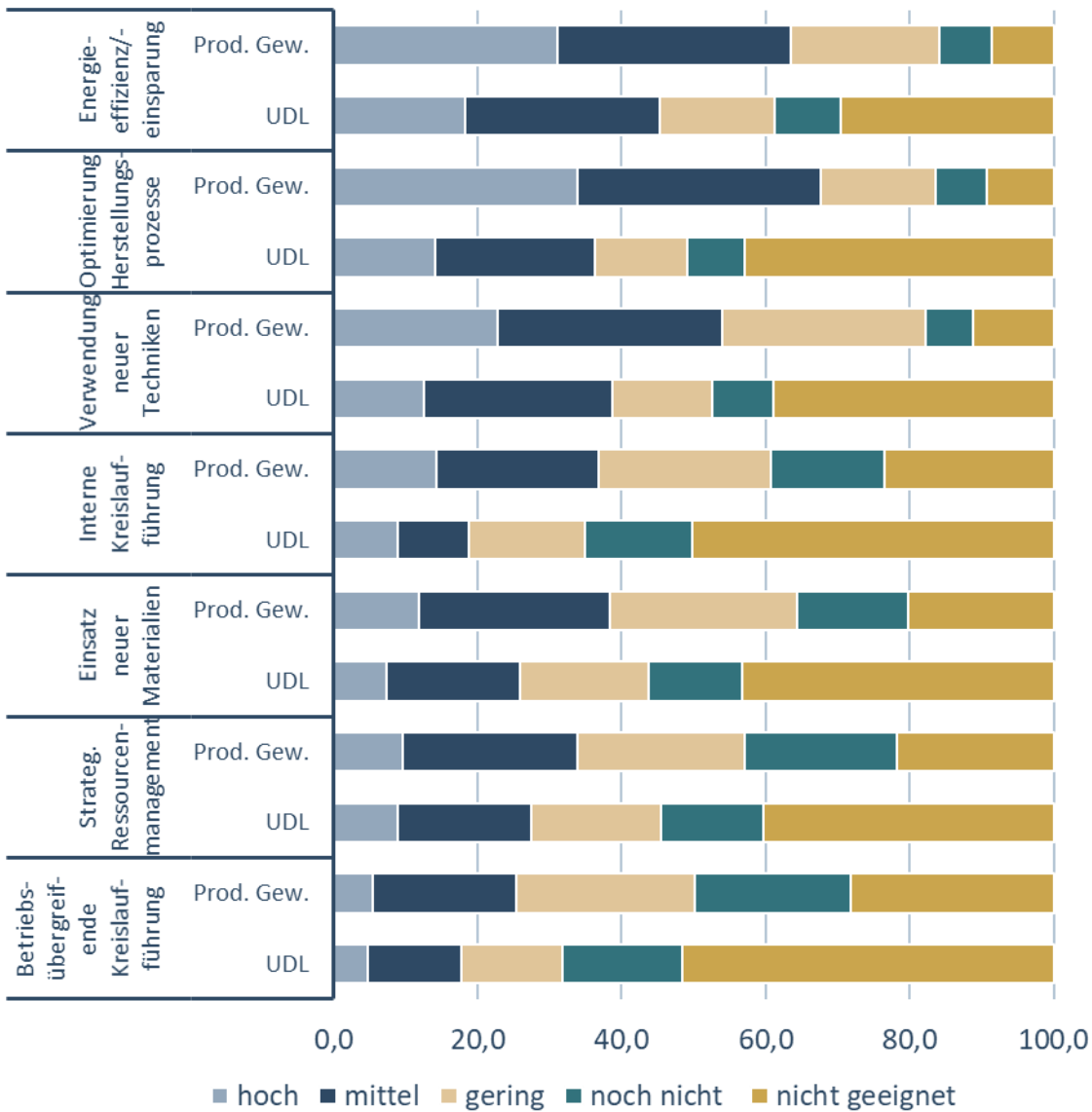
Auf der Prozessebene werden Maßnahmen deutlich häufiger und intensiver in den Unternehmen – insbesondere in der Industrie – genutzt (Abbildung 3-8):

- Am häufigsten nutzen Unternehmen Maßnahmen zur Optimierung von Energie und Prozessen, das trifft vor allem auf die Mehrheit der Industrieunternehmen zu, aber auch knapp drei Fünftel der unternehmensnahen Dienste gaben an, Energieeffizienz/-einsparung als Ansatz zu verfolgen. Etwa die Hälfte der Dienstleister gaben auch an, ihre Herstellungsprozesse zumindest in geringem Ausmaß zu optimieren.
- Auch die Verwendung neuer Techniken und Materialien sind vor allem für Unternehmen aus dem Produzierenden Gewerbe häufig genutzte Maßnahmen, während diese für zwei von fünf Dienstleistern nicht brauchbar sind.

- Maßnahmen zur Kreislaufführung werden bei etwa einem Viertel des Produzierenden Gewerbes als unpassend erachtet. Bei den unternehmensnahen Dienstleistern ist es sogar jedes zweite Unternehmen. Häufiger konzentrieren sich die Unternehmen hier auf Maßnahmen zur internen Kreislaufführung.
- Nur wenige Unternehmen nutzen ein strategisches Ressourcenmanagement, um gezielt Ressourceneffizienz zu steigern. In der Industrie nutzen nur wenige ein solches Instrument in hohem Maße, aber mehr als jedes zweite Unternehmen gibt an, dies zumindest im geringen Ausmaß zu tun. Für die Dienstleister ist diese Maßnahmen weniger relevant.
- Sehr selten werden Materialien bislang in mittlerem bis hohe Maße betriebsübergreifend im Kreislauf geführt.

Abbildung 3-8: Maßnahmen auf der Prozessebene

Angaben in Prozent der Unternehmen nach Branche



Frage: In welchem Maße nutzt Ihr Unternehmen folgende Wege/Optionen zur effizienten Nutzung von Ressourcen? (Fünf Antwortkategorien: in hohem Maße, in mittlerem Maße, in geringem Maße, bisher noch nicht, Maßnahme für die Produktion nicht geeignet).

Strateg. Ressourcenmanagement: Strategisches Ressourcenmanagement (Ressourceneffizienzorientierte ganzheitliche Managementsysteme), Prod. Gew: Produzierendes Gewerbe, UDL: unternehmensnahe Dienstleistungen

Quelle: IW-Zukunftspanel (2020), eigene Berechnungen

KMU erachten die verschiedenen abgefragten Maßnahmen deutlich häufiger als ungeeignet für ihre Produktion als große Unternehmen. Dies zeigt sich sowohl in der Industrie als auch bei den unternehmensnahen Dienstleistern. Große produzierende Unternehmen nutzen alle Maßnahmen häufiger – und auch öfter in hohem Maße als KMU im Produzierende Gewerbe. Große Dienstleister nutzen alle Maßnahmen auch häufiger als kleine bis mittelständische Dienstleister

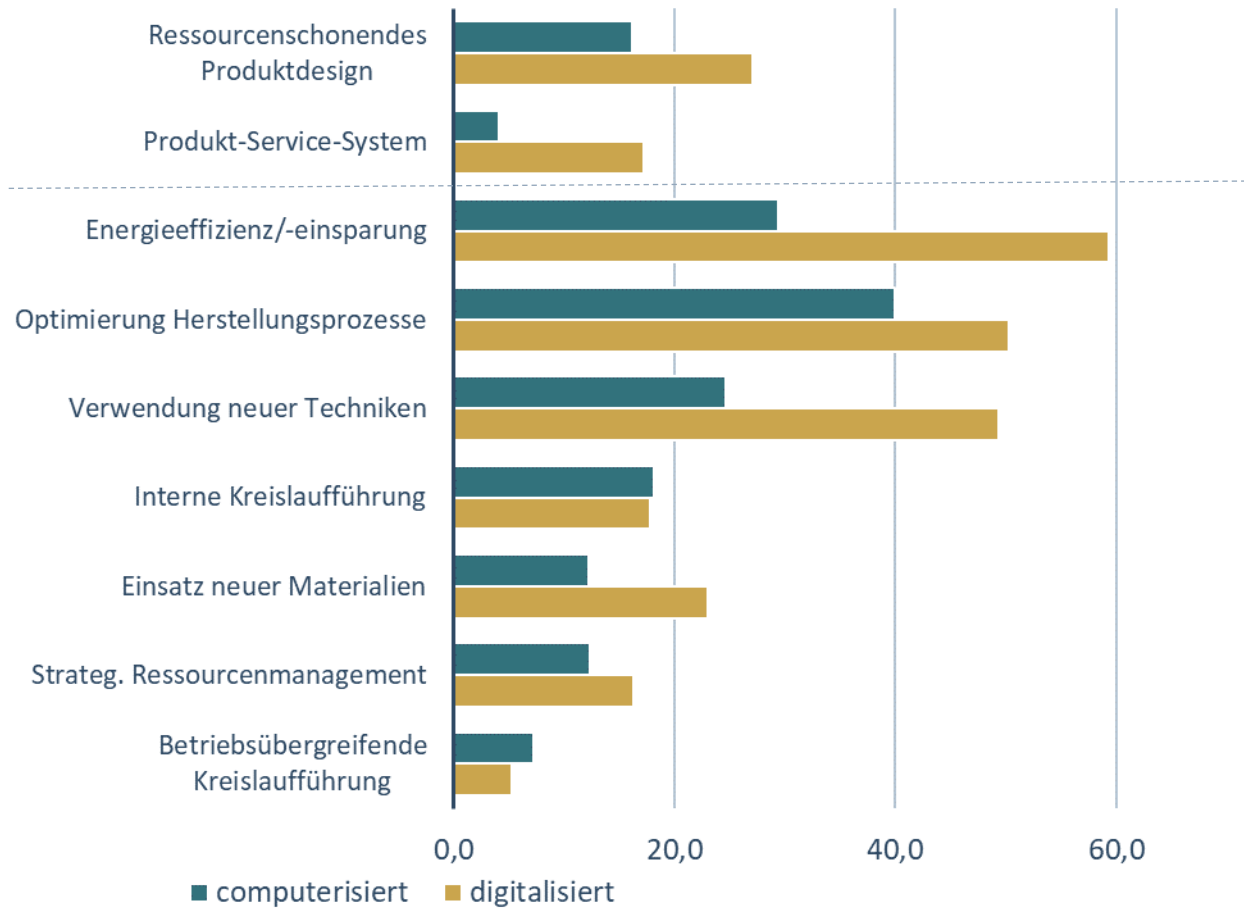
– nur bei den Produkt-Service-Systemen nutzen KMU diese Option häufiger in hohem Maße als große Unternehmen im unternehmensnahen Dienstleistungssektor.

Eine weitere Typisierung differenziert nach dem Grad der Digitalisierung der Unternehmen (siehe auch Kapitel 4.1). Computerisiert sind hierbei auf Basis der Angaben in der Befragung Unternehmen, wenn sie einer Internetpräsenz, der Digitalisierung für die strategische Ausrichtung ihres Geschäfts und/oder vernetzter IKT-/EDV-Systemen für die Abwicklung eine erhebliche Bedeutung zumessen und/oder relevante Prozessdaten zentral zur Verfügung stellen beziehungsweise IKT/EDV-Systeme mit Lieferanten und Kunden sind vernetzt und können interagieren. Die Mehrheit der Unternehmen ist computerisiert, eine Minderheit echt digitalisiert. Letzteres bedeutet Produkte, Prozesse und/oder Werkzeuge sind virtualisiert. Zudem arbeiten die Unternehmen mit diesen virtuellen Modellen, oder Geschäftsmodelle basieren auf Datenmodellen, Datenanalysen und/oder spezifischen Algorithmen. Unternehmen haben bestenfalls betriebliche Prozesse vernetzt und automatisiert auf Basis virtueller Abbilder. In diese digitalen, sich selbst steuernden Prozesse sind auch Lieferanten und Kunden einbezogen. Die Unternehmensbefragung zeigt, dass es kaum noch Unternehmen gibt, die nicht wenigstens computerisiert sind in diesem Sinne.

Vorreiter beim Thema Digitalisierung sind auch Vorreiter beim Thema Ressourceneffizienz. Hoch digitalisierte Unternehmen nutzen Ressourceneffizienzmaßnahmen bis auf Maßnahmen zur Kreislaufführung häufiger in intensivem Maße als Unternehmen, die bislang nur computerisiert sind. Das zeigt sich deutlich in einer Analyse für das Verarbeitende Gewerbe (Abbildung 3-9). Besonders groß sind hier die Unterschiede beim Thema Energieeffizienz/-einsparung und Verwendung neuer Techniken, beim Einsatz neuer Materialien, aber auch beim Ressourcenschonenden Produktdesign sowie bei Produkt-Service-Systemen.

Abbildung 3-9: Digitalisierte Unternehmen nutzen Maßnahmen intensiver

Nur Angabe „in hohem Maße“ in Prozent der Unternehmen, Verarbeitendes Gewerbe, Produkt- und Prozessebene



Frage: In welchem Maße nutzt Ihr Unternehmen folgende Wege/Optionen zur effizienten Nutzung von Ressourcen? (Fünf Antwortkategorien: in hohem Maße, in mittlerem Maße, in geringem Maße, bisher noch nicht, Maßnahme für die Produktion nicht geeignet).

Quelle: IW-Zukunftspanel (2020), eigene Berechnungen

Es zeigt sich auch, dass Unternehmen des Verarbeitenden Gewerbes mit hohen Materialeinsparererfolgen Ressourceneffizienzmaßnahmen bis auf Produkt-Service-Systeme deutlich häufiger im mittleren bis hohen Maße nutzen als Unternehmen, die weniger Material einsparen konnten. Dies ist wieder ein Hinweis darauf, dass Unternehmen, die sich intensiv bereits mit der Thematik beschäftigt haben, besser wissen, wie sie Einsparungen umsetzen können.

4 Digitalisierung zur Steigerung der Ressourceneffizienz

Kapitel 4: Schneller Überblick

Hintergrund: Definition von Digitalisierung

- Digitalisierung bezeichnet die Überführung von analogen Informationen in digitale Formate. So werden die Eigenschaften beispielsweise von Produkten, Prozessen und/oder Kunden virtuell abbildbar. Der zunehmende Einbau von Sensoren und Aktoren⁵ in Produktionsprozesse eröffnet den Zugang zu einer immer größeren Menge an digitalisierbaren Informationen. Durch die Vernetzung innerhalb und außerhalb des Unternehmens lassen sich digitale Informationen leicht übertragen und analysieren. Entstandenes Wissen lässt sich teilen.

Unternehmensbefragung: Rolle von Digitalisierung zur Steigerung von Ressourceneffizienz

a) Stellenwert von Ressourceneffizienz und Digitalisierung

- Ressourceneffizienz und Digitalisierung sind grundlegender Bestandteil unternehmerischen Handelns, haben aber keine Top-Priorität wie die Sicherung von Fachkräften. Im Produzierenden Gewerbe hat Ressourceneffizienz höhere Priorität als Digitalisierung – bei den unternehmensnahen Dienstleistern ist es andersherum.
- Ressourceneffizienz und Digitalisierung sind Themen, die vor allem im Unternehmen selbst oder durch die Einbindung in Wertschöpfungsketten behandelt werden, da es meistens selbst gesetzte Unternehmensziele sind. Lieferanten und Kunden (Unternehmensnetzwerke) sind aber auch verantwortlich dafür, dass sich Unternehmen mit beiden Themen beschäftigen.

b) Zusammendenken von Ressourceneffizienz und Digitalisierung

- Ressourceneffizienz und Digitalisierung werden in den Unternehmen noch selten ganzheitlich betrachtet. Digitalisierung und Ressourceneffizienz zusammenzudenken kann den Erfolg bei Ressourceneffizienz steigern, aber es ist auch möglich, Materialeffizienz erfolgreich zu steigern, ohne digitalisiert zu sein. Während im Produzierenden Gewerbe die Ressourceneffizienz eher im Vordergrund steht als die Digitalisierung, ist es bei den unternehmensnahen Dienstleistern genau andersherum. Im Produzierenden Gewerbe ist aber der Anteil der Unternehmen, die nur auf Ressourceneffizienz setzen und keine Digitalisierung benötigen, höher bei erfolgreich Material einsparenden Unternehmen als bei Unternehmen mit unterdurchschnittlichen Einsparserfolgen.

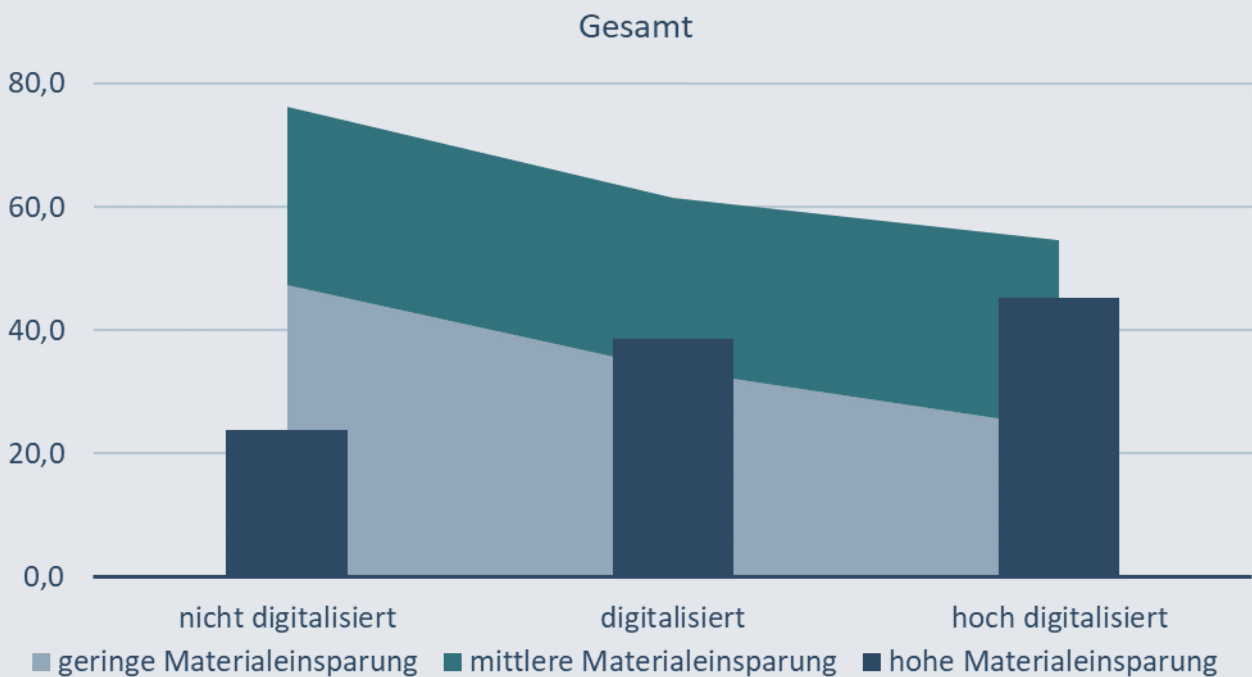
⁵ Sensoren und Aktoren bilden die Schnittstelle zwischen der Informationsverarbeitung und den Energie- und Stoffflüssen in technischen Systemen.

c) Digitalisierung als Enabler für Ressourceneffizienz

- Digitalisierung und Ressourceneffizienz gehen Hand in Hand. Digitalisierung macht Ressourceneffizienz messbar und Einsparpotenzial nutzbar. Durch einen höheren Digitalisierungsgrad lässt sich in Unternehmen ein höheres Maß an Ressourceneffizienz erreichen (Abbildung 4-1).
- Nur wenige Unternehmen, unter diesen bei den meisten Maßnahmen vor allem KMU, sind bei den verschiedenen Ressourceneffizienzmaßnahmen bislang stark digitalisiert. Häufig genutzte Maßnahmen zur Optimierung von Prozessen und Energieverbräuchen sowie die Verwendung neuer Techniken weisen auch am ehesten einen hohen Digitalisierungsgrad auf. Bei anderen Maßnahmen liegen die Quoten deutlich niedriger. Jeweils mindestens ein Viertel der Unternehmen ist bei den verschiedenen Maßnahmen noch gar nicht digitalisiert.

Abbildung 4-1: Digitalisierung als Enabler für Ressourceneffizienz

Typisierung der Unternehmen nach Digitalisierungsgrad bei Ressourceneffizienzmaßnahmen, in Prozent der Unternehmen nach Materialeinsparerfolg, Gesamt



Gesamt: Produzierendes Gewerbe und unternehmensnahe Dienstleistungen

Quelle: IW-Zukunftspanel, eigene Berechnungen

d) Volkswirtschaftliche Einordnung

- In den vergangenen fünf Jahren konnten die Unternehmen laut IW-Zukunftspanel etwa 6 Prozent des ursprünglich benötigten Materials durch Effizienzmaßnahmen einsparen. In Bezug auf Energieeinsparungen waren es circa 8 Prozent. 13 Prozent der realisierten Materialeinsparungen sind auf die Digitalisierung zurückzuführen – im Produzierenden Gewerbe sind es 11 Prozent. Bei den umgesetzten Energieeinsparungen macht die Digitalisierung etwa 11 Prozent aus (Produzierendes Gewerbe: 10 Prozent). Umgerechnet auf die ursprünglich benötigten Ressourcen entspricht der Beitrag der Digitalisierung jeweils einer Einsparung von grob 1 Prozent sowohl für Material- als auch für Energieaufwendungen.
- Die Ressourceneinsparpotenziale sind in der deutschen Wirtschaft keineswegs erschöpft. Fast jedes zweite Unternehmen glaubt, dass es bei optimaler Nutzung der technischen Möglichkeiten weitere Potenziale freisetzen könnte. Digitalisierung könnte hier ein wesentlicher Hebel sein. Große Unternehmen sehen deutlich häufiger als KMU, dass es noch weitere Ressourceneinsparpotenziale gibt. In den Unternehmen ließe sich im Durchschnitt eine weitere Reduzierung des aktuellen Ressourceneinsatzes von 7 Prozent realisieren.
- Für das Produzierende Gewerbe kann aufgrund der Datenlage nur eine grobe Schätzung der realisierten Kosteneinsparungen vorgenommen werden. Bezogen auf den Wert der in Deutschland aus dem In- und Ausland bezogenen Menge an mineralischen Rohstoffen liegen die realisierten Materialeinsparungen bei gut 5,3 Milliarden Euro. Die Digitalisierung war davon für 11 Prozent beziehungsweise knapp 594 Millionen Euro verantwortlich. Bezogen auf die in der Kostenstrukturerhebung ausgewiesenen Energiekosten können die realisierten Energieeinsparungen auf 3,4 Milliarden Euro beziffert werden. Die Digitalisierung trug hier zu Einsparungen in Höhe von 344 Millionen (10 Prozent der Einsparungen) bei. Die geschätzten Einsparungen bei Material- und Energie in Höhe von knapp 9 Milliarden Euro entsprechen fast 1 Prozent der Bruttowertschöpfung im Produzierenden Gewerbe. Auf Basis der verfügbaren Datengrundlage liegt das absolute Ressourceneinsparpotenzial im Produzierenden Gewerbe bei mehr als 10 Milliarden Euro oder gut 1 Prozent der industriellen Bruttowertschöpfung.

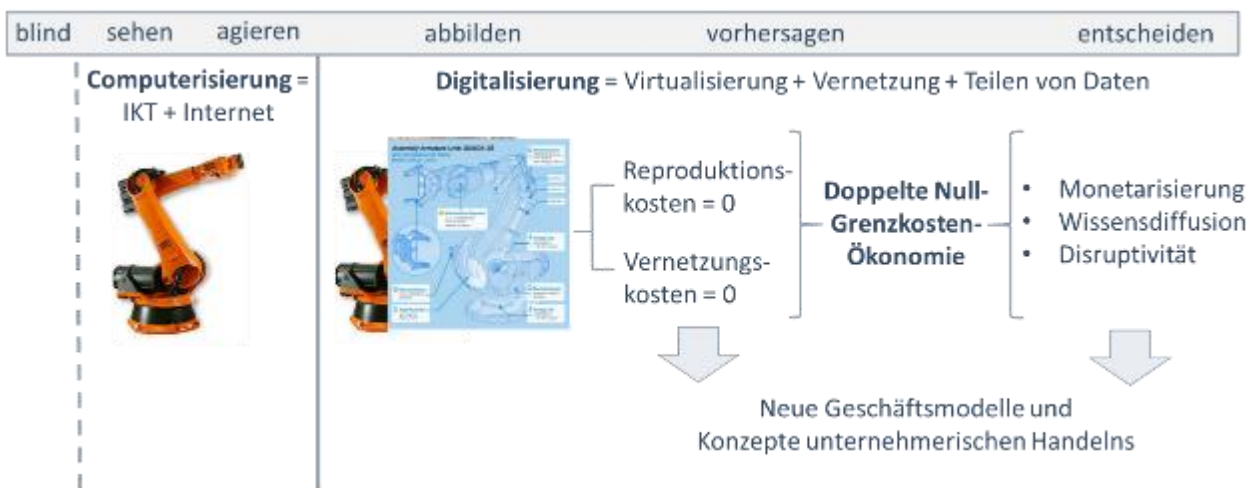
4.1 Hintergrund: Was bedeutet Digitalisierung?

Im Kontext dieser Studie wird bei der Definition der Digitalisierung von der in Abbildung 4-2 verwendeten Systematik ausgegangen. Ausgangspunkt ist die Idee, dass einige Phänomene, die der Digitalisierung oft zugerechnet werden, bereits seit Dekaden existieren, während andere Dinge tatsächlich neu und erst in jüngerer Zeit aufgetreten sind. Aus diesem Grund wird zwischen verschiedenen Kompetenzen unterschieden:

- *Blind* im Sinne der Digitalisierung sind Unternehmen mit komplett analogen Geschäftsprozessen.
- Unternehmen, die in der Lage sind, zu *sehen* und zu *agieren*, werden der Computerisierungsphase zugerechnet. Diese Unternehmen nutzen Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) und das Internet für Teile ihrer Geschäftsprozesse, oft schon seit längerer Zeit.
- Digitalisierung im Sinne dieser Definition geht aber über die Existenz und Verwendung dieser Basistechnologien hinaus. Unternehmen können *abbilden*, aber oft auch *vorhersagen* und *entscheiden*. Das *Abbilden* bezieht sich dabei darauf, analoge Güter und Prozesse digital darzustellen und dadurch eine Simulation von zum Beispiel Produktionsprozessen zu ermöglichen. Damit lässt sich im Weiteren autonom *vorhersagen*, wann und wo welche Schwierigkeiten in einem solchen Produktionsprozess auftreten werden und es lässt sich, in einem finalen Schritt, von den Systemen selbstständig *entscheiden*, wie weiter verfahren wird.

Abbildung 4-2: Definition von Digitalisierung

Schematische Darstellung



Quellen: eigene Darstellung, Institut der deutschen Wirtschaft / IW Consult

Damit umfasst Digitalisierung die Virtualisierung von Produkten und Prozessen, die Vernetzung von Maschinen, Werkstücken und Menschen sowie das Teilen von Daten innerhalb dieses

Systems. Diese **drei wesentlichen Eigenschaften** sind die Besonderheiten digitaler Ökonomien – also von in der Digitalisierung weit fortgeschrittenen Volkswirtschaften – und sind gleichzeitig erfüllt:

- **Virtualisierung:** Dies beschreibt die digitale Abbildung physischer Dinge, also als Dateien, auf der Basis von Daten, Datenmodellen und Algorithmen.
- **Vernetzung:** Maschinen, Werkstücke, Menschen und auch Prozesse werden mithilfe des Internets zu einem Gesamtsystem verbunden, das sich durch seine Netzwerkstruktur auszeichnet.
- **Teilen von Daten:** Daten werden unter den verschiedenen Akteuren der entstandenen Wertschöpfungsnetzwerke ausgetauscht und können damit gemeinschaftlich genutzt werden, so dass sich Geschäftsmodelle skalieren lassen.

4.2 Unternehmensbefragung: Rolle der Digitalisierung für Ressourceneffizienz

4.2.1 Stellenwert in Unternehmen: Digitalisierung und Ressourceneffizienz

Digitalisierung und Ressourceneffizienz sind kein Selbstzweck, sondern Bestandteil von Innovationsmaßnahmen, die das Unternehmen wettbewerbsfähig halten. Bei zyklischen Optimierungsmaßnahmen werden selbstverständlich Prozesse digitalisiert und dadurch effizienter.

Ressourceneffizienz und Digitalisierung sind grundlegender Bestandteil unternehmerischen Handelns, haben aber keine Top-Priorität wie es eindeutig die Sicherung von Fachkräften hat. Es zeigen sich bei der Abfrage verschiedener Themen deutliche Unterschiede der Prioritäten zwischen der Industrie und den Dienstleistern. Im Produzierenden Gewerbe hat Ressourceneffizienz höhere Priorität als Digitalisierung – bei den unternehmensnahen Diensten ist es genau andersherum (Abbildung 4-3):

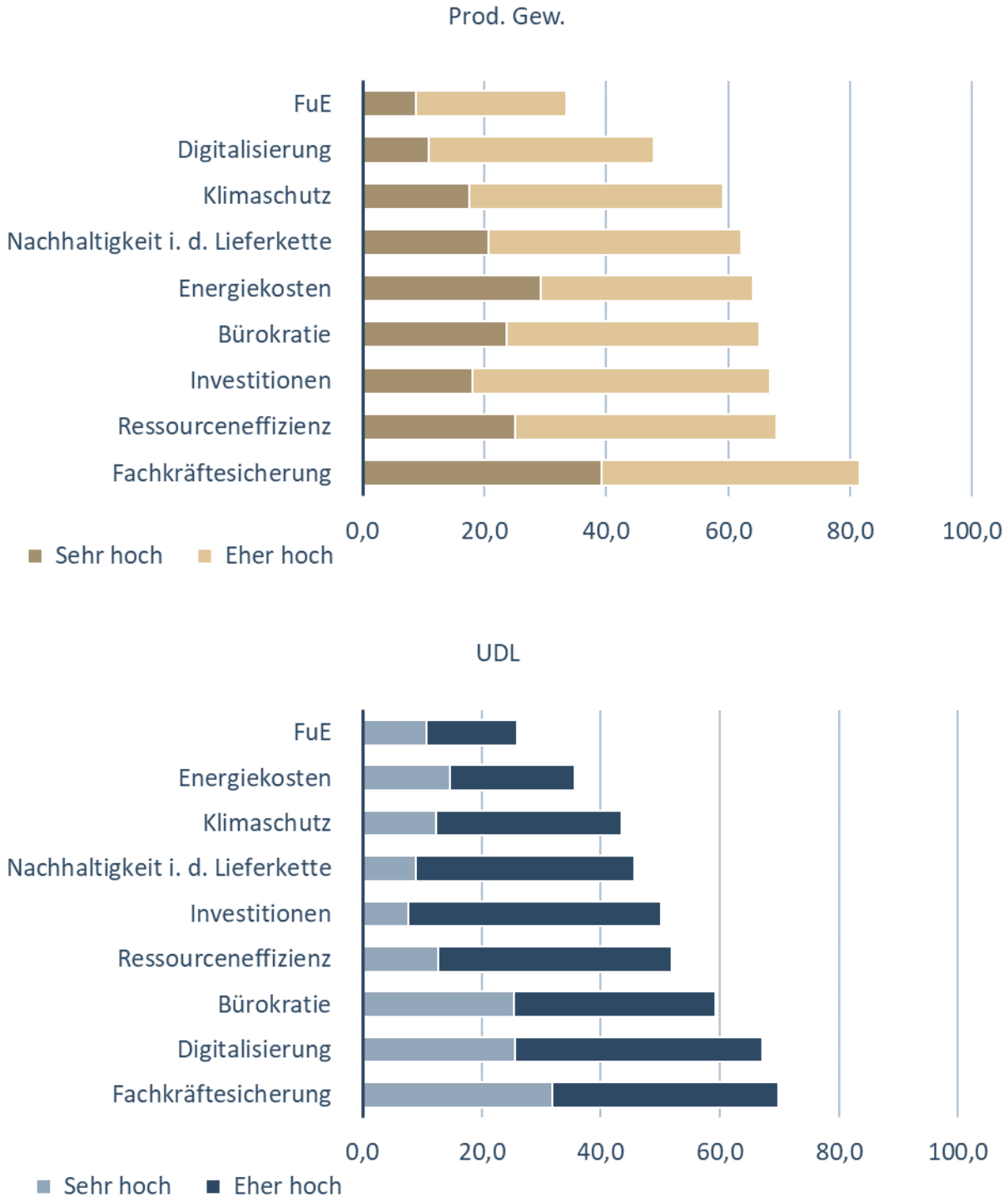
- In mehr als zwei Drittel der produzierenden Unternehmen hat Ressourceneffizienz einen eher hohen bis sehr hohen Stellenwert. Ein Viertel der Unternehmen im Produzierenden Gewerbe gibt an, dass Ressourceneffizienz eine sehr hohe Bedeutung hat, gut weitere zwei Fünftel messen diesem Thema zumindest eine eher hohe Relevanz bei. Nach Fachkräftesicherung und Ressourceneffizienz spielen in der Industrie vor allem Themen wie Investitionen, Bürokratie, Energiekosten, Nachhaltigkeit in der Lieferkette sowie Klimaschutz eine wichtige Rolle. Bei den unternehmensnahen Dienstleistern sind es nur 13 Prozent, die der Ressourceneffizienz eine sehr hohe Wichtigkeit zusprechen, weitere zwei Fünftel geben dem Thema ein eher hohes Gewicht, so dass jeder zweite Dienstleister das Thema mit zumindest eher hohen Bedeutung bewertet.
- In fast jedem zweiten produzierenden Unternehmen hat die Digitalisierung einen eher hohen bis sehr hohen Stellenwert – gut jedes zehnte Unternehmen gibt hier „sehr hoch“ an.

Dennoch wird das Thema im Vergleich zu anderen Themen nicht mit ganz so hoher Wichtigkeit bewertet. Eine mögliche Begründung ist, dass der industrielle Strukturwandel in Richtung Digitalisierung unweigerlich stattfindet, sodass die Unternehmen hier keine weitere Priorisierung vornehmen.

- In zwei Drittel der Unternehmen mit unternehmensnahen Dienstleistungen wird der Digitalisierung zumindest eine eher hohe Relevanz beigemessen – etwa ein Viertel bewertet ihre Bedeutung sehr hoch. Digitalisierung steht an 2. Stelle nach der Fachkräftesicherung.

Abbildung 4-3: Aktueller Stellenwert von Themen in Unternehmen

Angaben „sehr hoch“ und „eher hoch“ in Prozent der Unternehmen



Frage: Welchen Stellenwert haben aktuell folgende Themen in Ihrem Unternehmen? (Fünf Antwortkategorien: sehr hoch, eher hoch, eher gering, gering, spielt keine Rolle).

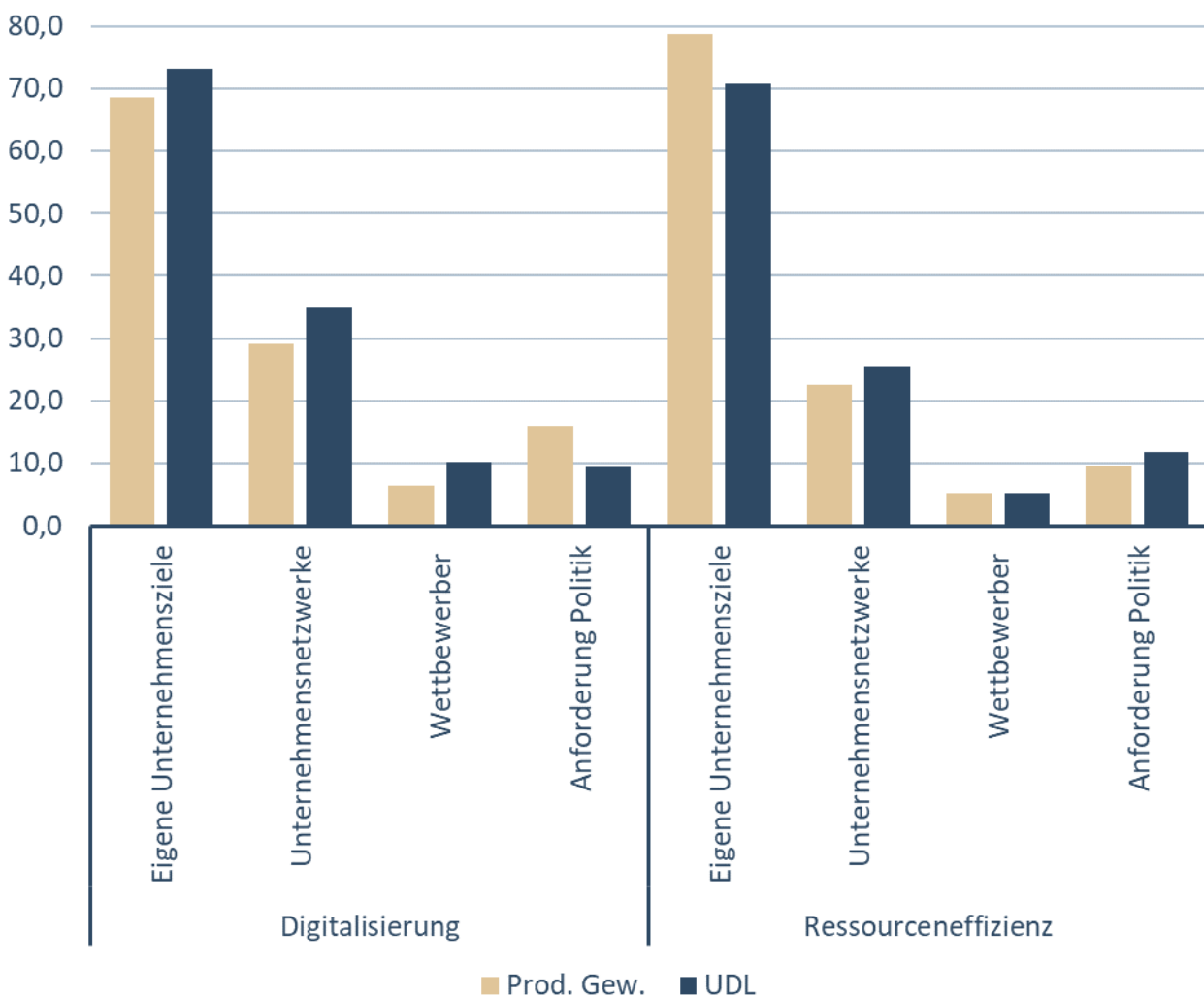
Prod. Gew.: Produzierendes Gewerbe, UDL: unternehmensnahe Dienstleistungen

Quelle: IW-Zukunftspanel (2020), eigene Berechnungen

Ressourceneffizienz und Digitalisierung sind Themen, die vor allem im Unternehmen selbst oder durch die Einbindung in Wertschöpfungsketten behandelt werden. Die Beschäftigung mit den Themen Ressourceneffizienz und Digitalisierung ist in der Mehrheit der Fälle das Resultat eigener gesetzter Unternehmensziele (Abbildung 4-4). Nur eine Minderheit der Unternehmen gibt an, dass die beiden Themen aufgrund von politischen Anforderungen oder Wettbewerbern auf der unternehmerischen Agenda stehen. Eher sorgen Unternehmensnetzwerke wie Lieferanten und Kunden für die Beschäftigung mit den beiden Themen.

Abbildung 4-4: Treiber von Digitalisierung und Ressourceneffizienz

Angaben in Prozent der Unternehmen, Mehrfachnennungen



Frage: Welche Akteure sind dafür verantwortlich, dass sich Ihr Unternehmen mit diesen Themen beschäftigt?

Prod. Gew: Produzierendes Gewerbe, UDL: unternehmensnahe Dienstleistungen

Quelle: IW-Zukunftspanel (2020), eigene Berechnungen

Expertenworkshop 1

- In der Zusammenarbeit zwischen Unternehmen in Wertschöpfungsketten und Produktionsnetzwerken wurde Digitalisierung als wesentliche Voraussetzung gesehen. Ein zentraler Diskussionspunkt im Themenforum 3 „Zwischenbetriebliche Integration digitaler Geschäftsmodelle für Ressourceneffizienz“ war der Umstand, dass für einen einzelnen Akteur in einer Wertschöpfungskette weniger das Gesamtergebnis und die Ressourceneffizienz bezogen auf das Endprodukt, sondern vielmehr seine unmittelbare Geschäftsbeziehung mit dem nächsten (meist B2B-) Kunden in der Kette relevant ist. Das kann zu nachteiligen Ergebnissen hinsichtlich der Ressourceneffizienz insgesamt führen und ließe sich nur dadurch lösen, dass der Endkunde klare Vorgaben und Ziele für Ressourceneffizienz formuliert.
- Ressourceneffizienz-Governance ist wichtig und sollte ein strategisches unternehmerisches Ziel sein. Es ergeben sich durch die Digitalisierung positive Skaleneffekte für die Ressourceneffizienz, die jedoch schwer messbar sind.

Expertenworkshop 2

Die Experten sehen folgende Aspekte als **wesentliche Treiber für Ressourceneffizienz und Digitalisierung**:

- Kostendruck
- Wettbewerbsdruck
- Vorgaben durch Auflagen und Ge-/Verbote (insbesondere in Deutschland/Europäische Union)
- Innovationsdruck
- CO₂-Reporting und -Minderungsstrategien
- Problemlösung für Umweltthematik im Unternehmen

Experteninterviews

- Für alle befragten Unternehmen ist Digitalisierung ein wesentlicher strategischer Erfolgsfaktor, auch wenn sie verschiedene Ressourceneffizienzziele verfolgen. Das können Optimierung, Remanufacturing, Recycling oder auch kollaborative Ansätze sein. Das gilt unabhängig davon, ob es sich um ein verarbeitendes Unternehmen, einen Lösungsanbieter oder einen Marktplatzanbieter handelt.

4.2.2 Erfolgsfaktor: Zusammendenken von Ressourceneffizienz und Digitalisierung

Die beiden Themen Ressourceneffizienz und Digitalisierung ganzheitlich zu betrachten, ist ein wesentlicher Erfolgsfaktor. Denn nur eine optimale Ausgestaltung der Digitalisierung im Hinblick auf Ressourceneffizienz, macht Potenziale für Effizienzgewinne nutzbar. Häufig findet jedoch die Digitalisierung ohne Berücksichtigung der Ressourceneffizienz statt. VDI ZRE (2017a) stellte auch fest, dass digitale Tools in den Unternehmen eingesetzt werden, jedoch nicht primär mit dem Ziel, die Ressourceneffizienz zu steigern. Grundsätzlich werden häufig Maßnahmen im Rahmen der Prozessautomatisierung realisiert. Es zeigte sich, dass der Zusammenhang von Ressourceneffizienz und digitaler Transformation oft erst im Rahmen der Fallstudien hergestellt wurde und bestätigte die vorherrschende Trennung beider Bereiche innerhalb der Unternehmensorganisation bei einigen Fallstudien. Dennoch wurden die Wechselwirkungen zwischen beiden Handlungsfeldern wahrgenommen. Häufig sind den Unternehmen die Auswirkungen von Maßnahmen der digitalen Transformation auf den Ressourceneinsatz in den eigenen Unternehmen nicht bekannt oder werden nicht bemessen. Hauptgrund ist, dass die betrieblichen Ressourcenverbräuche nicht spezifisch für Prozesse, Maschinen oder Anlagen erfasst werden (VDI ZRE, 2017a, 88f.).

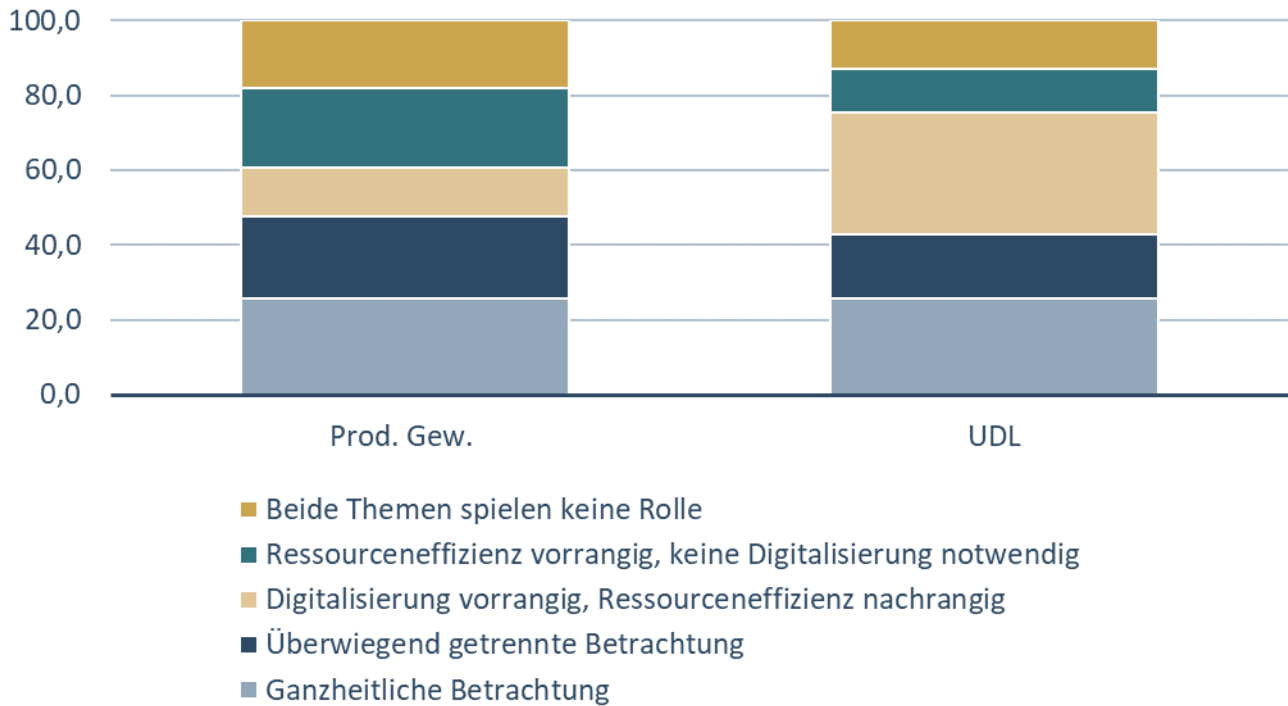
Ressourceneffizienz und Digitalisierung werden jedoch noch selten ganzheitlich betrachtet. Digitalisierung und Ressourceneffizienz zusammenzudenken kann den Erfolg bei Ressourceneffizienz steigern, aber es ist auch möglich, Materialeffizienz erfolgreich zu steigern, ohne digitalisiert zu sein. Während im Produzierenden Gewerbe in Unternehmen mit mindestens einer digitalisierten Effizienzmaßnahme die Ressourceneffizienz eher im Vordergrund steht anstelle der Digitalisierung, ist es bei den unternehmensnahen Dienstleistern genau andersherum. Im Produzierenden Gewerbe ist aber der Anteil der Unternehmen, die eher auf Ressourceneffizienz setzen höher bei erfolgreich Material einsparenden Unternehmen als bei Unternehmen mit unterdurchschnittlichen Einsparerfolgen (Abbildung 4-5):

- Nur ein Viertel der befragten Unternehmen denkt beide Themen ganzheitlich zusammen. Grob ein Fünftel der Unternehmen betrachtet die Themen getrennt voneinander – bei den unternehmensnahen Dienstleistungen liegt dieser Anteil nur bei 17 Prozent, bei den produzierenden Unternehmen bei 22 Prozent.
- Nur 13 Prozent der Unternehmen des Produzierenden Gewerbes sehen Digitalisierung als vorrangig und Ressourceneffizienz als nachrangig an. Dieser Anteil ist geringer in der Industrie mit durchschnittlichen bis überdurchschnittlichen Ressourceneinsparerfolgen als bei Unternehmen mit unterdurchschnittlichen Einsparerfolgen. Bei den unternehmensnahen Dienstleistern ist es dafür rund ein Drittel, die die Digitalisierung als vorrangig zur Ressourceneffizienz erachten.
- Ein Fünftel der produzierenden Unternehmen sehen Ressourceneffizienz als vorrangig an. Während die Industrieunternehmen mit unterdurchschnittlichen Materialeinsparerfolgen nur selten (8 Prozent) Ressourceneffizienz vor allem anderen im Fokus haben, ist es jeweils mehr als ein Viertel der Unternehmen mit durchschnittlichen sowie überdurchschnittlichen Materialeinsparerfolgen. Das sehen die Dienstleister anders (12 Prozent), wobei dieser Anteil niedriger ist in Unternehmen, die hohe Ressourceneinsparerfolge verzeichnen.

- Nur bei einer Minderheit spielen beide Themen keine Rolle.

Abbildung 4-5: Zusammendenken der beiden Themen noch eher selten

Angaben in Prozent der Unternehmen mit digitalisierten Ressourceneffizienzmaßnahmen



Frage: Wie beschäftigt sich Ihr Unternehmen mit den beiden Themen „Digitalisierung“ und „Ressourceneffizienz“?

Prod. Gew.: Produzierendes Gewerbe, UDL: unternehmensnahe Dienstleistungen

Quelle: IW-Zukunftspanel (2020), eigene Berechnungen

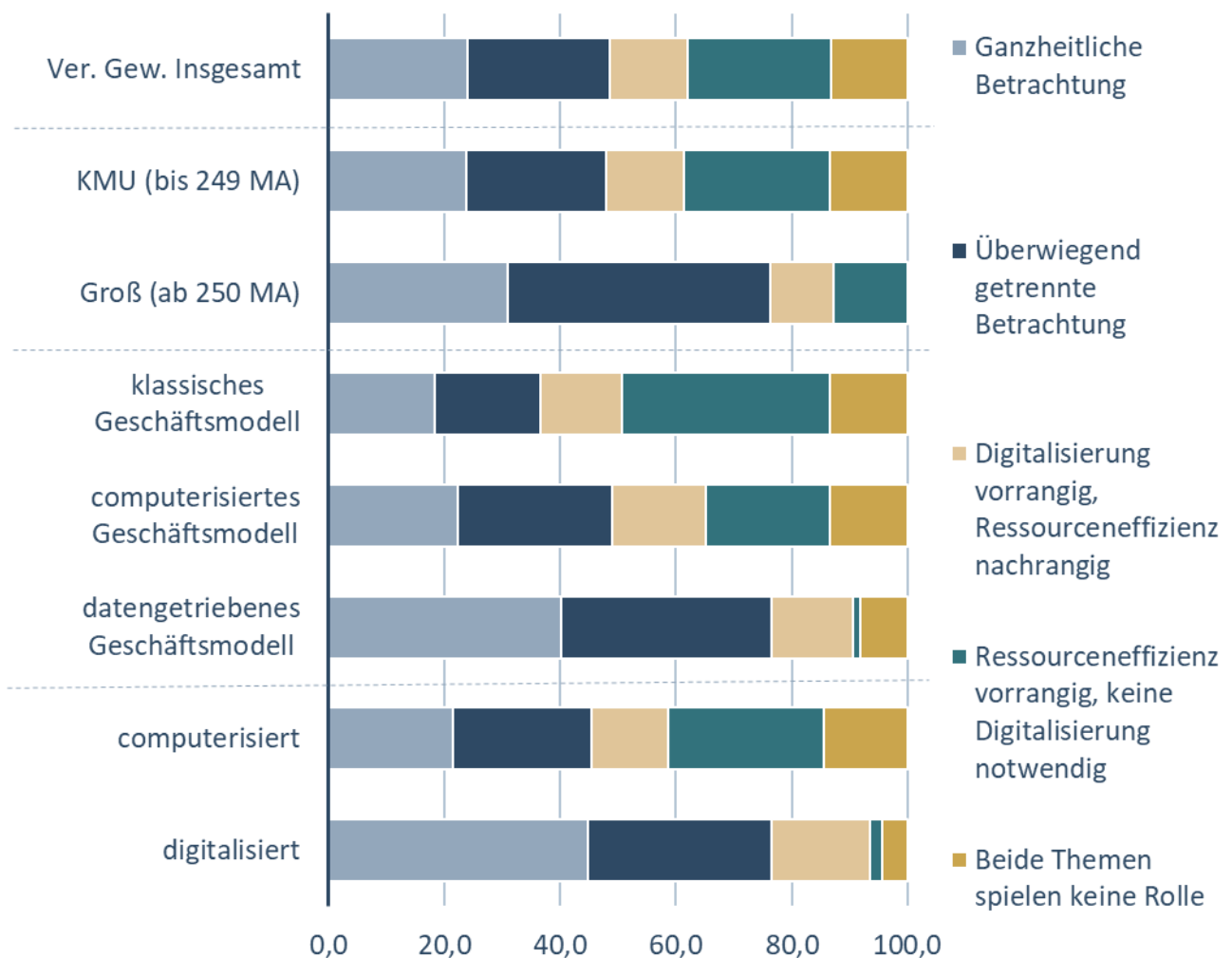
Eine Analyse verschiedener Typisierungen von Unternehmen des Verarbeitenden Gewerbes zeigt zum Zusammendenken der Themen Ressourceneffizienz und Digitalisierung folgendes Bild (Abbildung 4-6):

- Große Unternehmen des Verarbeitenden Gewerbes geben gar nicht an, dass die beiden Themen keine Rolle spielen, während es bei KMU 13 Prozent der verarbeitenden Unternehmen sind. Große Unternehmen betrachten etwas häufiger die Themen holistisch als KMU. Allerdings betrachtet nur jedes vierte KMU die Themen getrennt, bei großen Unternehmen ist fast jedes zweite Unternehmen, was durch die Zuordnung der Themen in verschiedenen Abteilungen erklärt werden kann. Ein weiteres Viertel der verarbeitenden KMU gibt der Ressourceneffizienz den Vorrang, bei großen Unternehmen sind es nur 13 Prozent.

- Unternehmen, die datengetriebene Geschäftsmodelle haben, denken die beiden Themen eher ganzheitlich zusammen. In klassischen Geschäftsmodellen steht hier noch die Ressourceneffizienz deutlich stärker im Fokus (siehe auch Kapitel 5.2.1 zu den verschiedenen Geschäftsmodellen).
- Digitalisierte Unternehmen (45 Prozent) verfolgen viel häufiger als computerisierte Unternehmen (22 Prozent) einen ganzheitlichen Ansatz. Auch wird deutlich seltener bei digitalisierten Unternehmen des Verarbeitenden Gewerbes angegeben, dass die beiden Themen keine Rolle spielen.

Abbildung 4-6: Mit zunehmender Digitalisierung eher ganzheitliche Betrachtung

Angaben in Prozent des Verarbeitenden Gewerbes mit digitalisierten Ressourceneffizienzmaßnahmen



Frage: Wie beschäftigt sich Ihr Unternehmen mit den beiden Themen „Digitalisierung“ und „Ressourceneffizienz“?

Ver. Gew.: Verarbeitendes Gewerbe

Quelle: IW-Zukunftspanel (2020), eigene Berechnungen

Expertenworkshop 1

- Digitalisierung findet in vielen Unternehmen heute schlicht komplett getrennt von den Überlegungen zu Ressourceneffizienz statt. Das bedeutet ebenfalls, dass Ressourceneffizienz keine Zielgröße für die Erfolgsmessung von Digitalisierung ist. Gerade mit Blick auf die möglichen negativen Auswirkungen von Digitalisierung selbst auf die Ressourceneffizienz kann Digitalisierung somit unter Umständen eine Herausforderung für die langfristige und umfassende Steigerung der Ressourceneffizienz in Unternehmen darstellen.
- Um die Möglichkeiten, die Digitalisierung ohne Zweifel für die Ressourceneffizienz bietet, optimal zu nutzen, müssen die beiden Aspekte holistisch betrachtet und ihre zahlreichen möglichen Wechselwirkungen bewertet werden.

4.2.3 Digitalisierung als Enabler für Ressourceneffizienz

Digitalisierung und Ressourceneffizienz gehen Hand in Hand. Unternehmen, die eine Digitalisierungsstrategie verfolgen, haben klar definiert, welche Ziele sie damit erreichen wollen. Zu diesen Zielen gehört auch die Steigerung der Ressourceneffizienz. Diese Unternehmen sind damit erfolgreich und erreichen einen überdurchschnittlichen Digitalisierungsgrad und eine höhere Ressourceneffizienz.

Vorreiter bei der Einsparung von Materialien sind auch Vorreiter bei der Digitalisierung. Erfolgreich materialeinsparende Unternehmen sehen von Beginn an den Nutzen von Digitalisierung für Ressourceneffizienz. Digitalisierung macht Ressourceneffizienz messbar und Einsparpotenziale umsetzbar. Dies folgt daraus, dass sich durch einen höheren Digitalisierungsgrad bei Effizienzmaßnahmen ein höheres Maß an Ressourceneffizienz erreichen lässt. In Abbildung 4-1 zeigte sich bereits in einer Gesamtsicht über alle betrachteten Branchen deutlich, dass der Anteil der erfolgreich materialsparenden Unternehmen mit dem Digitalisierungsgrad bei Ressourceneffizienzmaßnahmen ansteigt und dafür der Anteil der Unternehmen mit geringen Materialeinsparerfolgen sinkt. Die Typisierung der Unternehmen nach Materialeinsparerfolg wurde bereits in Kapitel 3.2.1 eingeführt.

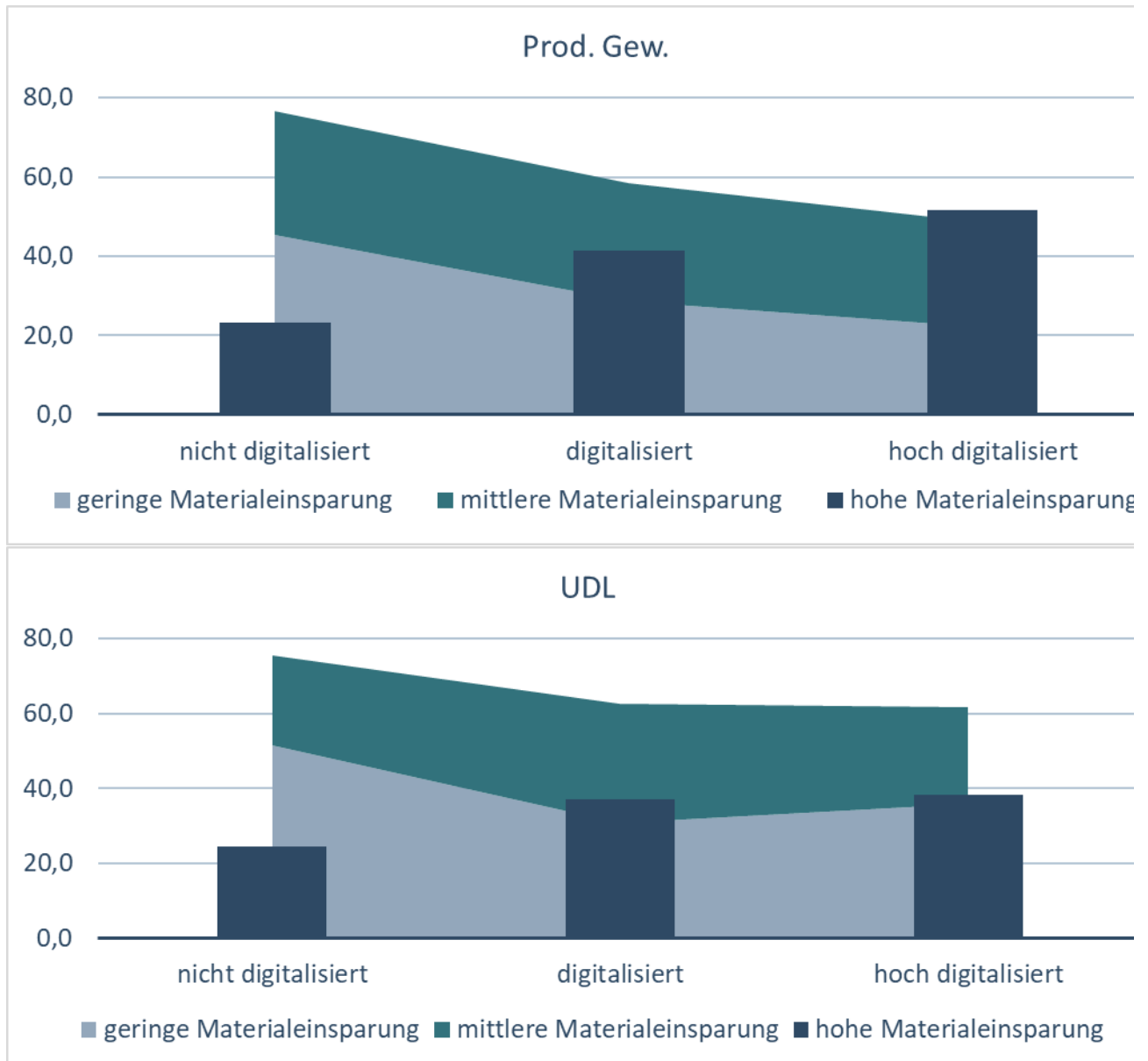
Auch in einer Übersicht nach den Branchengruppen in Abbildung 4-7 wird deutlich, dass der Anteil der Unternehmen mit überdurchschnittlich hohen Materialeinsparungen in den letzten fünf Jahren höher ist, wenn die Unternehmen zumindest grundsätzlich bei Ressourceneffizienzmaßnahmen digitalisiert sind:

- Bei den hoch digitalisierten Unternehmen im Produzierenden Gewerbe verzeichnete sogar mehr als jedes zweite Unternehmen einen überdurchschnittlichen Materialeinsparerfolg. Der Anteil der Unternehmen mit unterdurchschnittlichen Materialeinsparungen sinkt deutlich, aber auch der Anteil der Unternehmen mit durchschnittlichen Einsparerfolgen sinkt etwas.

- Bei den unternehmensnahen Dienstleistern sind es knapp zwei Fünftel der hoch digitalisierten Unternehmen, die hohe Materialeinsparungen hatten. Da der Anteil bei grundsätzlich digitalisierten unternehmensnahen Dienstleistern nur etwas geringer ist, scheint es hier auszureichen, bei Ressourceneffizienzmaßnahmen zumindest digitalisiert zu sein. Auch wird deutlich, dass mehr als jedes zweite nicht-digitalisierte Dienstleistungsunternehmen geringe Materialeinsparererfolge hatte. Dieser Anteil sinkt deutlich, wenn ein Dienstleister zumindest digitalisiert ist. Allerdings steigt dieser Anteil wieder etwas, wenn ein Unternehmen hoch digitalisiert ist. Hier zeigt sich kein klarer linearer Zusammenhang.

Abbildung 4-7: Digitalisierte Unternehmen sparen Material erfolgreicher

Typisierung der Unternehmen nach Digitalisierungsgrad bei Ressourceneffizienzmaßnahmen in Prozent der Unternehmen nach Materialeinsparerfolg



Prod. Gew.: Produzierendes Gewerbe, UDL: unternehmensnahe Dienstleistungen

Quelle: IW-Zukunftspanel (2020), eigene Berechnungen

Digitalisierung ist ein Enabler für zusätzliche Ressourceneffizienz, muss aber auch eher als ein Prozess gesehen werden, der zusätzliche Chancen insbesondere bei Einzelmaßnahmen für die Umsetzung von Ressourceneffizienz bieten kann. Grundsätzlich ist auch weiterhin eine Steigerung von Ressourceneffizienz ohne die Anwendung von digitalen Anwendungen und/oder Technologien möglich. Es gibt einen beträchtlichen Anteil an Unternehmen, die erfolgreich Material einsparen, ohne digitalisiert zu sein: Immerhin knapp ein Viertel der Unternehmen, die bisher

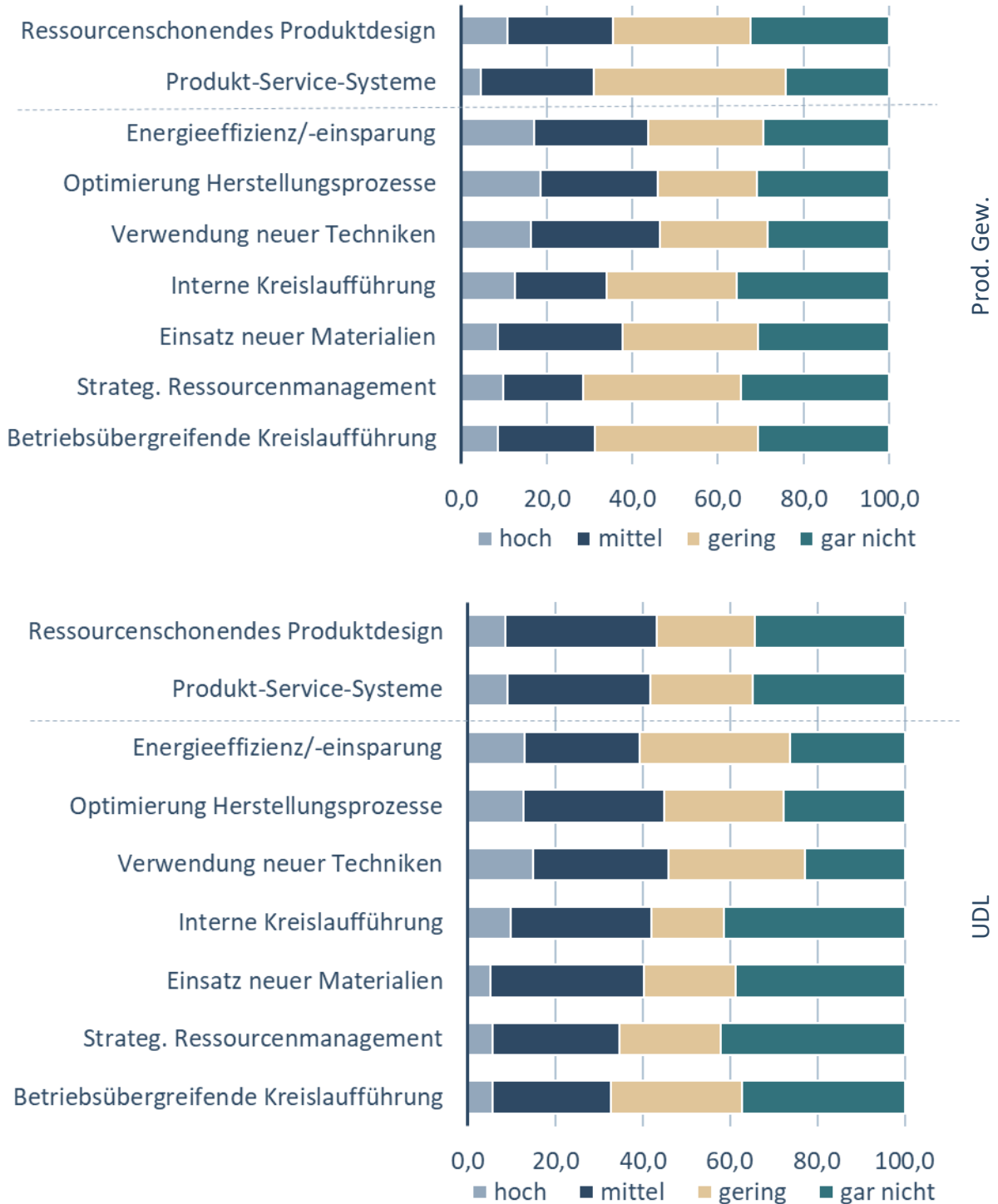
noch nicht bei Ressourceneffizienzmaßnahmen digitalisiert sind, verzeichnen überdurchschnittliche Materialeinsparerfolge. Digitalisierung ist somit keine zwingende Voraussetzung, um erfolgreich Material einzusparen [These 1.1].

Wirft man in einem weiteren Schritt den Blick auf einzelne Maßnahmen zur Steigerung von Ressourceneffizienz, so zeigt sich: Nur wenige Unternehmen, unter diesen bei den meisten Maßnahmen vor allem KMU, sind bei den verschiedenen Ressourceneffizienzmaßnahmen bislang stark digitalisiert. Häufig genutzte Maßnahmen zur Optimierung von Prozessen und Energieverbräuchen weisen auch einen hohen Digitalisierungsgrad auf. Bei anderen Maßnahmen liegen die Quoten deutlich niedriger. Jeweils mindestens ein Viertel der Unternehmen ist bei den verschiedenen Maßnahmen noch gar nicht digitalisiert (Abbildung 4-8):

- Am häufigsten kommen im Produzierenden Gewerbe digitale Technologien bei der Prozessoptimierung, der Steigerung der Energieeffizienz aber auch bei der Verwendung neuer Techniken in hohem Maße zum Einsatz. Selbst diese Maßnahmen sind aber nur bei einer Minderheit der produzierenden Unternehmen hochgradig digitalisiert, etwas mehr sind in mittlerem Maße digitalisiert. Dennoch ist es weniger als jedes zweite Industrieunternehmen, das zumindest in mittlerem Maße digitalisiert ist. Bei den unternehmensnahen Dienstleistern liegt der Anteil der Unternehmen, die bei diesen drei Maßnahmen in hohem Maße digitalisiert ist, etwas niedriger und die Verwendung neuer Techniken steht an erster Stelle, nicht nur was die generelle, sondern auch eine starke Digitalisierung angeht.
- Grundsätzlich digitalisiert – häufig jedoch nur in geringem Maße – sind im Produzierenden Gewerbe insbesondere Maßnahmen wie Produkt-Services-Systeme. Etwa drei Viertel der Unternehmen geben an, ihre Produkt-Service-Systeme zumindest in geringem Ausmaß digitalisiert zu haben. Im Dienstleistungssektor sind es etwa zwei Drittel der Unternehmen.
- Bei allen Maßnahmen ist ein erheblicher Anteil – mindestens etwa ein Viertel – bislang noch gar nicht digitalisiert. Am wenigsten digitalisiert sind bisher die interne Kreislaufführung und das strategische Ressourcenmanagement.

Abbildung 4-8: Digitalisierung von Ressourceneffizienzmaßnahmen

Angaben in Prozent der Unternehmen, die die Ressourceneffizienzmaßnahme nutzen



Frage: In welchem Maße nutzt Ihr Unternehmen bereits die Möglichkeiten der Digitalisierung bei den Maßnahmen zur effizienten Nutzung von Ressourcen? (Vier Antwortkategorien: hoch, mittel, gering, gar nicht).

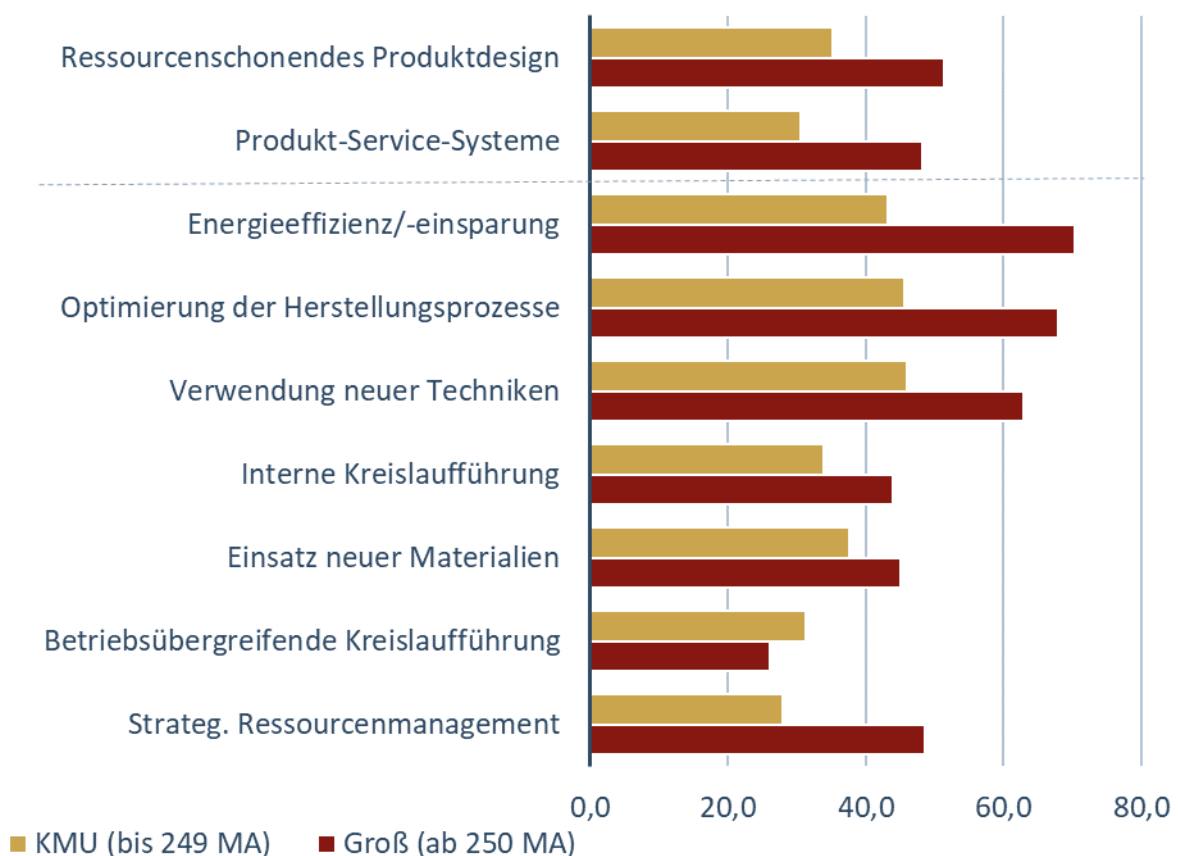
Prod. Gew: Produzierendes Gewerbe; UDL: unternehmensnahe Dienstleistungen

Quelle: IW-Zukunftspanel (2020), eigene Berechnungen

Eine Auswertung für das Produzierende Gewerbe zeigt, dass kleine und mittelständische Unternehmen bei den meisten Maßnahmen seltener zumindest in mittlerem Maße digitalisiert sind als große Unternehmen (Abbildung 4-9). Besonders groß sind die Unterschiede bei den Optimierungsmaßnahmen von Prozessen sowie von Energieverbräuchen, beim strategischen Ressourcenmanagement und der Verwendung neuer Techniken. Hier sind große Unternehmen deutlich häufiger in mittlerem bis hohem Maße digitalisiert. Allerdings sind beim ressourcenschonenden Produktdesign etwas mehr produzierende KMU (11 Prozent) als große Industrieunternehmen (8 Prozent) in hohem Maße digitalisiert. Aber auch bei den Maßnahmen auf der Produktebene, den Produkt-Service-Systemen sowie dem ressourcenschonenden Produktdesign sind KMU deutlich seltener mittel bis stark digitalisiert. Nur bei der betriebsübergreifenden Kreislaufführung sind KMU etwas häufiger zumindest in mittlerem Maße digitalisiert. Betrachtet man nur die Industrieunternehmen mit hohem Digitalisierungsgrad, so zeigen sich keine Unterschiede bei Maßnahmen zur Kreislaufführung sowie beim Einsatz neuer Materialien nach Größe.

Abbildung 4-9: KMUs in der Industrie seltener hochgradig digitalisiert

Angaben „mittel/hoch“ in Prozent der Unternehmen des Produzierenden Gewerbes, die die Maßnahme nutzen, nach Größe



Frage: In welchem Maße nutzt Ihr Unternehmen bereits die Möglichkeiten der Digitalisierung bei den Maßnahmen zur effizienten Nutzung von Ressourcen? (Vier Antwortkategorien: hoch, mittel, gering, gar nicht).

Quelle: IW-Zukunftspanel (2020), eigene Berechnungen

Die Ergebnisse zeigen, dass ein höherer Digitalisierungsgrad bei Effizienzmaßnahmen zu höherer Ressourceneffizienz führen kann. Wichtiger Erfolgsfaktor kann das Zusammendenken der Themen sein. Gleichzeitig ist die Digitalisierung bei vielen Unternehmen, vor allem KMU noch ausbaufähig.

Expertenworkshop 1

- Digitalisierung kann Enabler für (zusätzliche) Ressourceneffizienz sein, ist aber eher ein Prozess, der viele (teilweise) zusätzliche Chancen für die Umsetzung von Ressourceneffizienz bietet. Wenn ein Unternehmen Digitalisierung umsetzt, bedeutet das aber auch nicht, dass es automatisch effizienter mit Ressourcen umgeht.
- Bei den Teilnehmern des ersten Expertenworkshops bestand Konsens darüber, dass Ressourceneffizienz per se jedoch auch ohne Digitalisierung möglich ist. Deswegen wurde die These, dass Digitalisierung eine Voraussetzung für Ressourceneffizienz sei, in ihrer Überspitzung nicht unterstützt [These 1.1]. Allerdings waren sich die Beteiligten einig, dass Digitalisierung zwar Möglichkeiten eröffnet, aber für sich genommen nicht (und schon gar nicht automatisch) zu mehr Ressourceneffizienz führt [These 1.2].
- Auch betonten die Teilnehmer, dass insbesondere weniger offensichtliche Zusammenhänge durch umfangreiche Daten und die entsprechende Auswertung identifiziert werden und im Zusammenhang mit weiteren Entscheidungen im Sinne der Ressourceneffizienz zu dieser beitragen könnten. An dieser Stelle ist Digitalisierung also eine Voraussetzung beziehungsweise ein Enabler für eine weitere Steigerung der Ressourceneffizienz, da sie Ressourceneffizienz messbar und Einsparpotenziale umsetzbar macht [Thesen 1.1 und 1.2].

Experteninterviews

- Für alle befragten Unternehmen ist Digitalisierung ein wesentlicher strategischer Erfolgsfaktor, auch wenn sie verschiedene Ressourceneffizienzziele verfolgen. Das können Optimierung, Remanufacturing, Recycling oder auch kollaborative Ansätze sein. Das gilt unabhängig davon, ob es sich um ein verarbeitendes Unternehmen, einen Lösungsanbieter oder einen Marktplatzanbieter handelt.
- Digitalisierung wird auch als eine Grundvoraussetzung für eine erfolgreiche Kreislaufwirtschaft gesehen. Ohne Datenerhebung oder Transparenzmachung ist das „Kreisen“ nicht möglich. Auch das Nachverfolgen von Stoffströmen in der Wertschöpfungskette ist besonders im internationalen Kontext schwierig. Über Tagging, Tracing and Tracking könnte hier die Transparenz in der Wertschöpfungskette erhöht werden.

4.2.4 Volkswirtschaftliche Einordnung: Ressourcen sparen mit Digitalisierung

Unternehmen benötigen unterschiedlichste Materialien und Energierohstoffe zur Herstellung ihrer Produkte und Dienstleistungen. Deutschland hat als Industrienation einen hohen Bedarf an Rohstoffen. Laut BGR (2019) wurden im Jahr 2018 Rohstoffe im Wert von insgesamt 194 Milliarden Euro aus heimischen Lagerstätten gewonnen (12 Milliarden Euro) und importiert (182 Milliarden Euro). Einen Großteil der Rohstoffe führt Deutschland somit aus dem Ausland ein. Die BGR (2019) beziffert den Wert für Einfuhren von Energierohstoffen (inklusive petrochemischer Produkte) auf 99 Milliarden Euro sowie von Metallen und Nichtmetallen in Gestalt von Erzen, Konzentraten, Zwischenprodukten und nachgelagerten Produkten entlang der Wertschöpfungskette einschließlich Halbzeug ohne Waren auf 83 Milliarden Euro.⁶ Mineralische Rohstoffe aus inländischer Produktion hatten im Jahr 2018 einen Wert von gut 7 Milliarden Euro, Energierohstoffe wurden im Wert von knapp 5 Milliarden Euro in Deutschland produziert.

Rohstoffe stellen einen erheblichen Kostenfaktor für Unternehmen dar. Deswegen ist die Auseinandersetzung mit dem Thema Ressourceneffizienz für Unternehmen sehr wichtig, lassen sich doch auf diese Weise Kosteneinsparungen und größere Planungssicherheit realisieren (Neligan/Schmitz, 2017). Gründe für Unternehmen, Ressourcen sparsam einzusetzen, gibt es genug. Laut der Unternehmensbefragung zielen Unternehmen mit der Steigerung von Ressourceneffizienz insbesondere auf geringere Herstellungskosten, Abfallvermeidung sowie Umweltschutz durch Ressourcenschonung ab (siehe Kapitel 3.2.1). Laut Kostenstrukturerhebung betragen im Bergbau und Verarbeitenden Gewerbe im Jahr 2018 die Energiekosten 37 Milliarden Euro (Verarbeitendes Gewerbe: 36 Milliarden Euro) (Statistisches Bundesamt, 2020a). In der Kostenstrukturerhebung für das Baugewerbe waren es 2,5 Milliarden Euro (Statistisches Bundesamt, 2020b). Addiert man das zusammen, so kommt man im Produzierenden Gewerbe auf Kosten von 39 Milliarden Euro. In der Kostenstrukturerhebung wird der Materialverbrauch auf 943 Milliarden Euro im Bergbau und Verarbeitenden Gewerbe (941 Milliarden Euro) geschätzt. Im Baugewerbe sind es 39 Milliarden Euro. Dieser Posten Materialverbrauch umfasst aber mehr als die reinen Materialkosten, da es neben den Kosten für Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffen auch Aufwendungen für fremdbezogene Vorprodukte, zum Beispiel Fremdbauteile und Halbzeuge, enthält (siehe auch Kapitel 3.1.1).

Einige Unternehmen konnten in den vergangenen fünf Jahren durch Effizienzmaßnahmen erfolgreich Material und Energie einsparen (Abbildung 4-10):

- In den vergangenen fünf Jahren konnten die Unternehmen laut IW-Zukunftspanel – unter Berücksichtigung des unterschiedlich hohen Materialaufwands zwischen den Unternehmen – etwa 6 Prozent des ursprünglich benötigten Materials durch Maßnahmen für mehr Ressourceneffizienz einsparen. Hier zeigen sich keine großen Differenzen zwischen der Industrie und den unternehmensnahen Dienstleistungen. Auch im Verarbeitenden Gewerbe betrug

⁶ Ab dem Berichtsjahr 2016 hat die BGR weitere Produkte höherer Wertschöpfungsstufen in die Bewertung einbezogen. Zuvor wurde nur die erste Verarbeitungsstufe berücksichtigt. Ein Vergleich mit den Zahlen früherer BGR-Berichte ist daher nicht möglich. Das bedeutet auch, dass die hier vorliegenden Ergebnisse zu den Einsparpotenzialen aufgrund der anderen Methodik bei der Erfassung der Rohstoffimporte in der BGR nur bedingt mit Neligan/Schmitz (2017) vergleichbar sind. Zudem wird hier auch das Einsparpotenzial auf alle Ressourcen bezogen und nicht nur auf das Material wie in Neligan/Schmitz (2017).

die durchschnittlich realisierte Materialeinsparung 6 Prozent. Dieser Anteil ändert sich auch nicht wesentlich, wenn man nur die Unternehmen ab 20 Mitarbeitern betrachtet. Im Jahr 2016 ermittelten Neligan/Schmitz (2017) eine durchschnittlich realisierte Materialeinsparung von knapp 8 Prozent für das Verarbeitende Gewerbe.

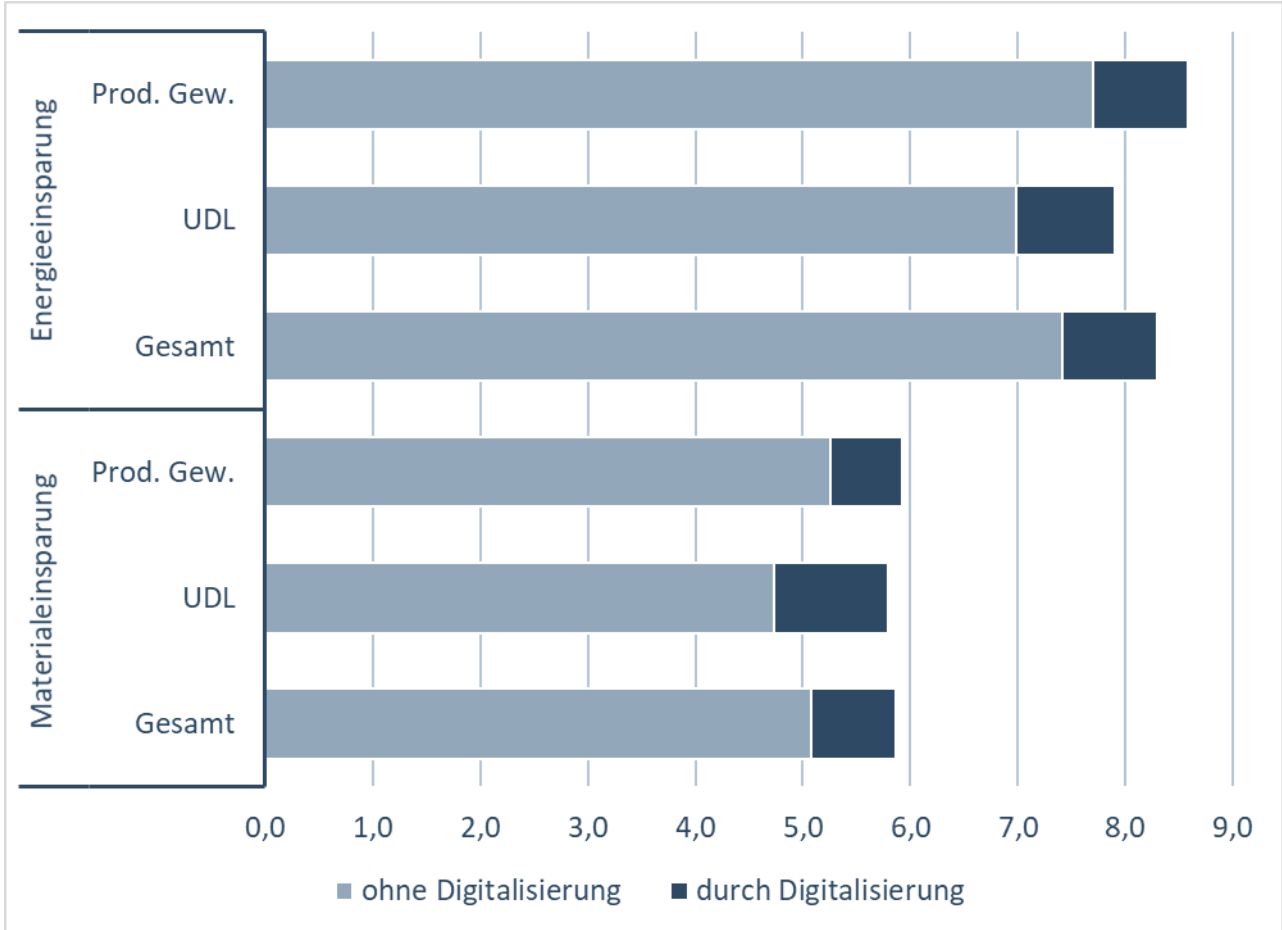
- Effizienzmaßnahmen haben auch dafür gesorgt, dass einige Unternehmen erfolgreich Energie einsparen konnten. In Bezug auf Energieeinsparungen gaben die Unternehmen im IW-Zukunftspanel an, dass sie in der letzten halben Dekade circa 8 Prozent der ursprünglich benötigten Energie durch Effizienzmaßnahmen reduzieren konnten. Im Produzierenden Gewerbe (auch im Verarbeitenden Gewerbe) waren es sogar 9 Prozent. Betrachtet man nur die Unternehmen mit mehr als 20 Mitarbeitern, dann liegen die Einsparungen der unternehmensnahen Dienstleister auch bei 9 Prozent.

Bislang hat die Digitalisierung folgenden Beitrag zur Steigerung von Ressourceneffizienz geleistet:

- Dieser besteht aus gut 13 Prozent der realisierten Materialeinsparungen – im Produzierenden Gewerbe bei 11 Prozent, bei den unternehmensnahen Diensten bei 18 Prozent.
- Bei den umgesetzten Energieeinsparungen macht die Digitalisierung etwa 11 Prozent aus. Im Produzierenden Gewerbe liegt dieser Anteil bei 10 Prozent, bei den unternehmensnahen Dienstleistern bei 12 Prozent (ab 20 Mitarbeitern: 13 Prozent).
- Umgerechnet auf die Einsparung in Bezug auf die ursprünglich benötigten Ressourcen in den letzten fünf Jahren entspricht das jeweils einer Einsparung von grob 1 Prozent sowohl für Material- als auch Energieaufwendungen.

Abbildung 4-10: Material-/Energieeinsparungen durch Digitalisierung

Angaben der Einsparungen durch Effizienzmaßnahmen, in Prozent der ursprünglich benötigten Ressourcen, umsatzgewichtet



Frage: Wie viel Prozent der ursprünglich benötigten Ressourcen konnten Sie in den letzten fünf Jahren durch Effizienzmaßnahmen einsparen? Wie viel Prozent führen Sie auf die Digitalisierung zurück?

Prod. Gew.: Produzierendes Gewerbe, UDL: unternehmensnahe Dienstleistungen, Gesamt: Produzierendes Gewerbe und unternehmensnahe Dienstleistungen

Quelle: IW-Zukunftspanel (2020), eigene Berechnungen

Die Ressourceneinsparpotenziale sind in der deutschen Wirtschaft keineswegs erschöpft. Effizienzmaßnahmen und neue Technologien wie die Erneuerbaren Energien oder vor allem die Digitalisierung eröffnen hier noch Möglichkeiten zur Einsparung von Ressourcen, die nach und nach entwickelt und genutzt werden können (Bardt/Neligan, 2019; Neligan/Schmitz, 2017). Die vorliegende Befragung zeigt: Fast jedes zweite Unternehmen ist sich bewusst, dass es bei optimaler Ausnutzung der technischen Möglichkeiten weitere Potenziale freisetzen könnte. Digitalisierung könnte hier ein wesentlicher Hebel sein:

- 47 Prozent der befragten Unternehmen sehen noch weitere Einsparpotenziale bei optimaler Nutzung der technischen Möglichkeiten. Im Produzierenden Gewerbe sehen 54 Prozent weitere Einsparmöglichkeiten (Verarbeitendes Gewerbe: 59 Prozent) – bei den unternehmensnahen Dienstleistern sind es zwei Fünftel.

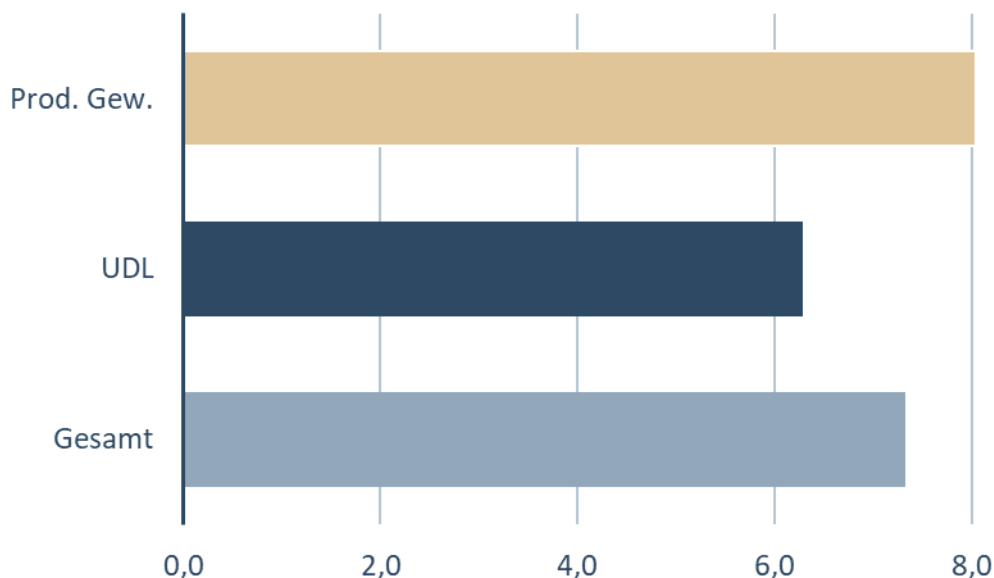
- Große Unternehmen sehen deutlich häufiger als KMU, dass es noch weitere Ressourceneinsparpotenziale gibt.
- Erfolgreich material- und energieeinsparende Unternehmen sehen eher weitere Potenziale als weniger erfolgreiche Unternehmen. Unternehmen, die in den vergangenen fünf Jahren unterdurchschnittliche Einsparungen von Material und/oder Energie hatten, bejahen deutlich seltener die Frage nach weiteren Einsparpotenzialen als Unternehmen mit durchschnittlichen oder überdurchschnittlichen Einsparserfolgen.

Die Unternehmen haben diese Potenziale auch beziffert (Abbildung 4-11):

- In den Unternehmen ließe sich im Durchschnitt – auch wieder unter Berücksichtigung des unterschiedlich hohen Ressourcenaufwands zwischen den Unternehmen – eine weitere Reduzierung des aktuellen Ressourceneinsatzes (Material und Energie) von 7 Prozent realisieren.
- Etwas höher liegt die Einsparmöglichkeit im Produzierenden Gewerbe (auch im Verarbeitenden Gewerbe) mit 8 Prozent; unternehmensnahe Dienstleister kommen hier auf 6 Prozent.

Abbildung 4-11: Weitere Ressourceneinsparpotenziale noch vorhanden

Angaben in Prozent des aktuellen Ressourceneinsatzes, umsatzgewichtet



Frage: Könnte Ihr Unternehmen bei optimaler Ausnutzung der verfügbaren technischen Möglichkeiten noch mehr Ressourcen einsparen? (Nein-Angaben mit Null aufgefüllt).

Prod. Gew.: Produzierendes Gewerbe, UDL: unternehmensnahe Dienstleistungen, Gesamt: Produzierendes Gewerbe und unternehmensnahe Dienstleistungen

Quelle: IW-Zukunftspanel (2020), eigene Berechnungen

Zur Hochrechnung der ermittelten Prozentangaben für die betrachteten Branchen fehlt eine umfassende statistische Grundlage. Hier muss auf zwei verschiedene Quellen zurückgegriffen werden. Häufig wird die Kostenstrukturerhebung (ab 20 Mitarbeiter) zugrunde gelegt, um die getätigten Prozentangaben für die Industrie in absolute Kosten umzurechnen. Da es sich bei den Energiekosten in der Kostenstrukturerhebung um die Kosten für Brenn- und Treibstoffe, Elektrizität, Gas, Wärme und dergleichen handelt, werden diese Kosten als adäquat angesehen, um die realisierten Energieeinsparungen hochzurechnen. Die Materialkosteneinsparungen sollten auf Basis des Materialverbrauchs in der Kostenstrukturerhebung nicht hochgerechnet werden, da die Einsparungen hier stark überschätzt werden (siehe oben). Es ist auch nicht möglich, die fremdbezogenen Vorprodukte sinnvoll herauszurechnen. Stattdessen wird der Wert der Produktionsmenge aus der inländischen Gewinnung und den Einfuhren von mineralischen Rohstoffen (inklusive der indirekten Importe von Metallen in Form von Halbwaren) aus BGR (2019) zugrunde gelegt (siehe auch Neligan/Schmitz, 2017).⁷ Zudem ergeben sich keine nennenswerten Unterschiede, wenn man die Prozentangaben nur für die Unternehmen ab 20 Mitarbeitern im Vergleich zu allen Unternehmen verwendet. Vor diesem Hintergrund kann man nur eine grobe Schätzung für das Produzierende Gewerbe vornehmen. Mögliche Abweichungen ergeben sich aus Rundungsdifferenzen:

- Bezieht man die realisierten Materialeinsparungen in Höhe von knapp 6 Prozent auf den aktuellen Wert der Produktionsmenge aus der inländischen Gewinnung und den Einfuhren von mineralischen Rohstoffen laut BGR (2019) in Höhe von 90 Milliarden Euro, dann konnten Materialeinsparungen in Höhe von gut 5,3 Milliarden Euro erzielt werden. Die Digitalisierung war aus diesem Betrag für 11 Prozent beziehungsweise knapp 594 Millionen Euro verantwortlich.
- Bezieht man die realisierten Energieeinsparungen in Höhe von fast 9 Prozent auf die Energiekosten aus der Kostenstrukturerhebung in Höhe von 39 Milliarden Euro, die allerdings nur die Unternehmen ab 20 Mitarbeitern erfasst, konnten in der Industrie Einsparungen bei den Energiekosten in Höhe von 3,4 Milliarden Euro erzielt werden. Dabei trug die Digitalisierung etwa 10 Prozent beziehungsweise 344 Millionen Euro bei.
- Die geschätzten Einsparungen bei Material- und Energie in Höhe von knapp 9 Milliarden Euro entsprechen fast 1 Prozent der Bruttowertschöpfung des Produzierenden Gewerbes.
- Bezieht man das noch vorhandene Ressourceneinsparpotenzial (Material und Energie) in der Industrie von 8 Prozent auf den zuvor sehr grob abgeschätzten Aufwand von 90 Milliarden Euro für Material auf Basis von BGR (2019) sowie 39 Milliarden Euro für Energie auf Basis der Kostenstrukturerhebung, dann würde das absolute Ressourceneinsparpotenzial im Produzierenden Gewerbe bei den geschätzten Kosten von 129 Milliarden Euro bei mehr als 10 Milliarden Euro liegen. Das würde gut 1 Prozent der aktuellen Bruttowertschöpfung im Produzierenden Gewerbe entsprechen. Neligan/Schmitz (2017) identifizierten ein Materialeinsparpotenzial von knapp 2 Milliarden Euro für das Verarbeitende Gewerbe, welches auf

⁷ Neligan/Schmitz (2017) diskutierten ausführlich verschiedene Studien zur Berechnung von Materialeinsparpotenzialen, die häufig aufgrund der Hochrechnung auf Basis der Kostenstrukturerhebung das Einsparpotenzial überschätzen.

Basis des inländischen und importierten Bedarfs von mineralischen Rohstoffen in Höhe von 48 Milliarden Euro (2015) berechnet wurde. Dieser Wert liegt laut BGR (2019) heute mit 90 Milliarden Euro (2018) deutlich höher, was auf verteuerte Rohstoffpreise und den Wechsel der Methodik bei der erweiterten Erfassung der Importe von Produkten höherer Wertschöpfungsstufen der BGR zurückzuführen ist (s. o.). Zudem wurde in der aktuellen Befragung das abgefragte Einsparpotenzial weiter gefasst, da es sich nicht nur auf die Einsparmöglichkeiten bei Materialien, sondern auch bei Energierohstoffen bezieht. Die Ergebnisse sind somit nur bedingt miteinander vergleichbar.

Expertenworkshop 1

- Manche Teilnehmer des Themenforums 1 schätzten die Potenziale der Ressourceneffizienzsteigerung ohne Digitalisierung schon als zu großen Teilen ausgeschöpft ein. Digitalisierung sahen diese Teilnehmer als einen Schlüssel sowohl zu Sichtbarmachung von zusätzlichen Potenzialen, die bisher noch ungenutzt sind, als auch von bislang weniger offensichtlichen Zusammenhängen über Daten und Analysen. Dies bestätigt die These 1.2, dass Digitalisierung Ressourceneffizienz und Einsparpotenziale messbar macht. Ressourceneffizienz muss grundsätzlich über den gesamten Produktlebenszyklus betrachtet werden und Digitalisierungsprozesse können hierbei unterstützen. Dabei wurden Material Flow Cost Accounting sowie Blockchain als zwei Technologien und Lernfabriken im Sinne von Ultraeffizienzfabriken mit großem Potenzial identifiziert.

5 Umsetzung der Digitalisierung im Geschäftsmodell

Kapitel 5: Schneller Überblick

Hintergrund: Identifikation relevanter digitaler Technologien

- Es wurden relevante digitale Technologien im Kontext von Ressourceneffizienz ermittelt und in acht Cluster eingeordnet, von denen drei Cluster als Enabler-Cluster betrachtet werden können, da sie die Grundlage für andere Technologien und Anwendungen bilden. Dabei handelt es sich um die fünf Cluster Daten/Analytics, Künstliche Intelligenz (KI), IoT/Robotics, Virtualisierung, Greentech sowie die drei Enabler-Cluster Standards, Netzwerke, Hardware und Interfaces. Innerhalb der Cluster wurden wiederum Subcluster gebildet.

Unternehmensbefragung: Digitale Geschäftsmodelle für Ressourceneffizienz

a) Bedeutung digitaler Geschäftsmodelle

- Für Unternehmen ist es schwierig, digitale Geschäftsmodelle zu entwickeln, die zu Ressourceneffizienz beitragen. Nur sehr wenige Unternehmen mit digitalen Geschäftsmodellen messen datengetriebenen Vermietungsmodellen losgelöst von Ressourceneffizienzaspekten bislang einen hohen Stellenwert bei, befragt nach der Relevanz des Angebots wesentlicher datengetriebener Dienstleistungen. Am wichtigsten ist aktuell die Durchführung von Datenanalysen.
- Digitale Geschäftsmodelle werden vorrangig zur Sicherung der eigenen Wettbewerbsfähigkeit eingeführt, aber auch als Reaktion auf die Nachfrage bestehender Kunden sowie auf Portfolio und Markterweiterungsstrategien. Dabei ist bei KMU die Nachfrage der Kunden deutlich häufiger ein Grund für die Einführung digitaler Geschäftsmodelle als bei großen Unternehmen. Auch zeigt sich, dass deutlich häufiger KMU klar zustimmen, dass digitale Geschäftsmodelle das Kerngeschäft ihres Unternehmens darstellen, obwohl die Zustimmungswerten („stimme (eher) zu“) sich nach Unternehmensgröße nicht so stark unterscheiden. Ein Drittel des Produzierenden Gewerbes sieht digitale Geschäftsmodelle zudem als eine Möglichkeit, Material oder Energie effizienter zu nutzen. Selten kommen bislang Impulse aus Unternehmensnetzwerken, die digitale Geschäftsmodelle vorantreiben.

b) Relevante Technologien

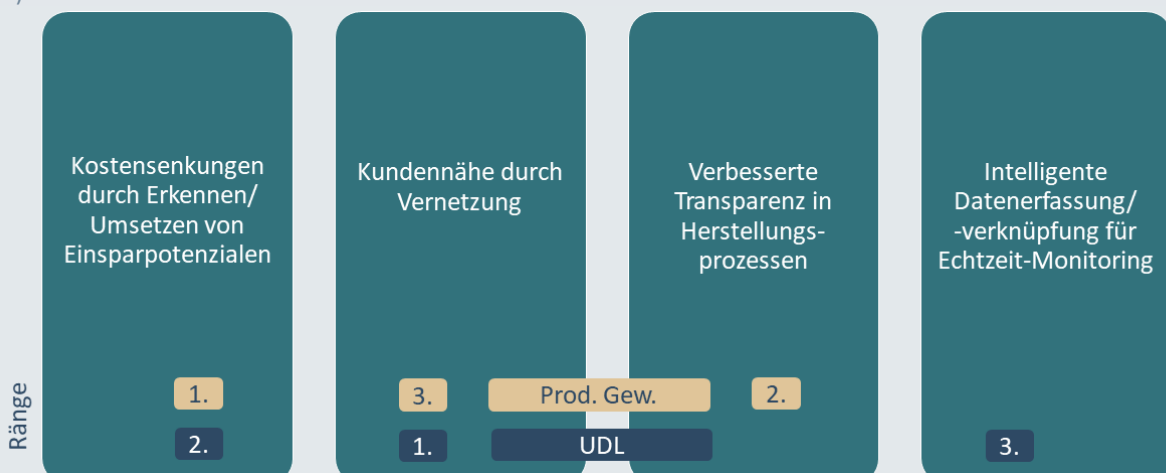
- Der Einsatz von digitalen Technologien und Anwendungen fängt häufig in kleinen Schritten an. Daten sind Dreh- und Angelpunkt. Für den Einstieg sind Daten und Schnittstellen besonders wichtig – diese tragen heute auch am ehesten zur Steigerung von Ressourceneffizienz in Unternehmen bei. Im zweiten Schritt nutzen Unternehmen Plattformen, Prozessmonitoring über die Vernetzung von Sensoren und Aktoren sowie die prädiktive Wartung als wichtige Voraussetzungen für die Vernetzung in der Wertschöpfungskette. Viele digitale Technologien leisten bislang hier noch keinen Beitrag, insbesondere, wenn es um die weitere Vernetzung und Kollaboration oder Modellierung und Simulation geht.

c) Vorteile des Einsatzes von digitalen Technologien für Ressourceneffizienz (Abbildung 5-1)

- Grundlage aller digitalen Geschäftsmodelle ist das Modell der Daten. Viele Unternehmen sehen im Einsatz digitaler Technologien vor allem den Vorteil für Ressourceneffizienz, dass Einsparpotenziale erkannt und umgesetzt werden und zu Kostensenkungen führen. Für die Industrie stehen auch die verbesserte Transparenz und Flexibilität bei Herstellungsprozessen im Vordergrund. Für unternehmensnahe Dienstleister ist eine intelligente Datenerfassung/-verknüpfung für Echtzeit-Monitoring ein wesentlicher Vorteil.
- Vernetzbarkeit, Nachverfolgbarkeit und Vergleichbarkeit sind wesentliche Voraussetzungen für Plattformen, einem weiteren digitalen zentralen Geschäftsmodell. Die Unternehmen, insbesondere die unternehmensnahen Dienstleister, sehen vor allem in der Kundennähe durch die Vernetzung und in der Vernetzbarkeit mit anderen Unternehmen(-steilen) Vorteile. Die Möglichkeiten der Nachverfolgung wird eher in der Industrie als Vorteil gesehen. Der Vorteil der Vergleichbarkeit wird bislang noch nicht von allen Unternehmen erkannt.
- Ein drittes zentrales Geschäftsmodell ist das Angebot von Dienstleistungen statt Waren. Der Einsatz digitaler Technologien kann zu neuen Produkten und Diensten führen, wobei dieser Vorteil nur auf eine kleine Gruppe von Unternehmen, vor allem bei den unternehmensnahen Dienstleistungen, bislang wirklich zutrifft.
- Wer sich mit Ressourceneffizienz beschäftigt und diese erfolgreich umsetzt, der kann auch die Vorteile der digitalen Technologien sehen, zeigt eine Auswertung für das Verarbeitende Gewerbe.

Abbildung 5-1: Vorteile: Einsatz von digitalen Tools für Ressourceneffizienz

Top-3 Vorteile, Ränge bei den Angaben „trifft (eher) zu“ (Unternehmen mit digitalisierten Ressourceneffizienzmaßnahmen)



Prod. Gew.: Produzierendes Gewerbe, UDL: unternehmensnahe Dienstleistungen

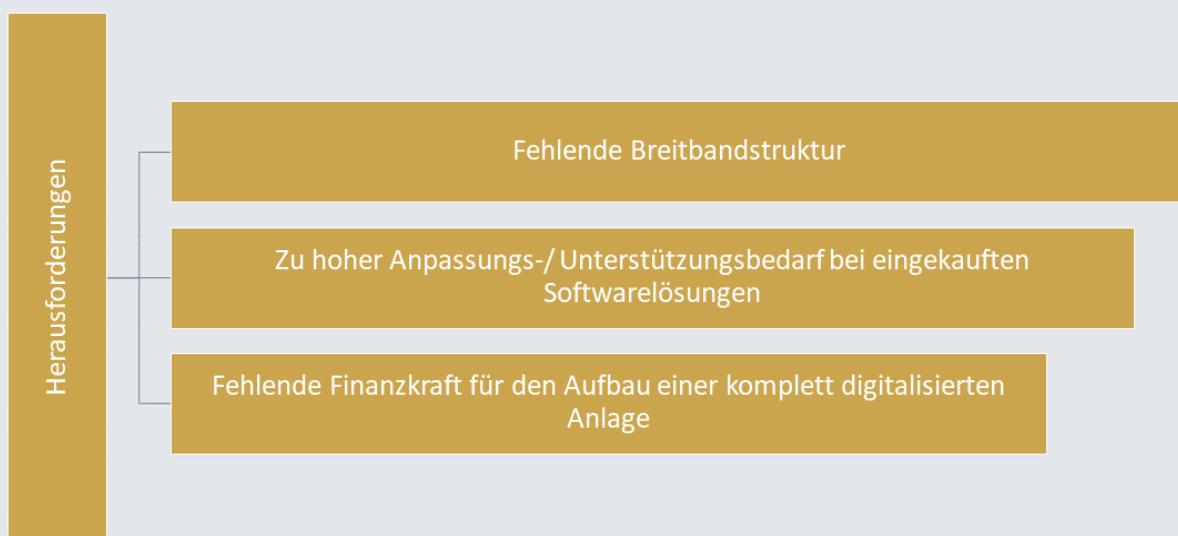
Quelle: IW-Zukunftspanel (2020), eigene Berechnungen

d) Herausforderungen und Voraussetzungen (Abbildung 5-2)

- In vielen Unternehmen, vor allem in der Industrie, fehlen digitale Komplettlösungen. Insel-lösungen führen nicht zu einer umfassenden Digitalisierung. Weitere Hemmschwellen sind die fehlende Finanzkraft für den Aufbau einer komplett digitalisierten Anlage und die fehlende Nachrüstbarkeit bestehender Anlagen. Es fehlen zudem häufig passende, auf das Unternehmen spezifizierte Softwarelösungen, vor allem in der Industrie, oder es ist zu aufwändig, eingekaufte Softwarelösungen anzupassen oder der Unterstützungsbedarf ist zu hoch. Einige Unternehmen, vor allem in der Industrie, sehen aber auch Hemmnisse bei der Umsetzung digitaler Lösungen für Ressourceneffizienz, da es an Know-how und Partnern in der Wertschöpfungskette fehlt.
- Auch sind die Breitbandinfrastruktur sowie Datensicherheit, die für die unternehmensübergreifende Vernetzung wichtig ist, noch verbesserungswürdig. Zudem ist vielen Unternehmen, vor allem KMU noch unklar, wie das Kosten-Nutzen-Verhältnis aussieht, da Informationen und fachkundige Beratungen fehlen. Einige Unternehmen konstatieren, dass die gesetzlichen Rahmenbedingungen noch verbesserbar sind. Vor allem mangelt es den Unternehmen noch an Normen und Standards. Insbesondere unternehmensnahe Dienstleistungen beklagen, dass es zu viele ungeklärte Rechtsfragen gibt. Den Prozess hemmende externe Regulierung wird nur von einer Minderheit als Hindernis erachtet.
- Unternehmen adressieren an die Politik vor allem den Wunsch nach mehr Beratung, Unterstützung und Förderung, aber auch den Wunsch nach mehr Standardisierung, weniger Vorschriften/Bürokratie sowie einer besseren digitalen Infrastruktur und rechtlichen Sicherheit.

Abbildung 5-2: Herausforderungen für Unternehmen

Top-3 Hemmnisse beim Einsatz von Digitalisierung für Ressourceneffizienz



Quelle: IW-Zukunftspanel (2020), eigene Berechnungen

e) Zielerreichung im Hinblick auf Ressourceneffizienz und Klimaschutz

- Die Mehrheit der Unternehmen konnte durch die Digitalisierung eine Veränderung im Hinblick auf Ressourceneffizienz feststellen. Gleichzeitig sehen aber nur wenige digitalisierte Unternehmen eindeutig den kurz- oder langfristigen Nutzen.
- Nur ein Drittel der Unternehmen gibt an, dass die Digitalisierung im Kontext von Ressourceneffizienz den Klimaschutz in mittlerem bis hohem Maße fördert. Etwa ein weiteres Drittel gibt an, dass dies bislang noch gar nicht der Fall ist. Große Unternehmen sehen den Klimaschutz eher gefördert als KMU im Produzierenden Gewerbe – bei den unternehmensnahen Dienstleistern ist es andersherum. Unternehmen mit hohen Materialeinsparerfolgen können eher durch digitalisierte Ressourceneffizienzmaßnahmen auch den Klimaschutz befördern als weniger erfolgreiche Unternehmen.
- Vielen Unternehmen ist der Nutzen der Digitalisierung für Ressourceneffizienz noch unklar. Dies liegt sicherlich an fehlenden Informationen zu Kosten und Nutzen. Es zeigt sich auch, dass Unternehmen, die bereits erfolgreich Material einsparen, hier eher die Möglichkeiten erkennen.

f) Verbreitung der Themen Ressourceneffizienz und Digitalisierung in der Außendarstellung von Unternehmen

- Auf Basis semantischer Analysen wurden die Webseiten aller deutschen Unternehmen der gewerblichen Wirtschaft auf Begriffe der Ressourceneffizienz und Digitalisierung hin untersucht. Die Themen Ressourceneffizienz und Digitalisierung sind in der deutschen Wirtschaft angekommen. Rund 6,9 Prozent aller Unternehmenswebseiten behandelten diese Themen. Besonders mittlere und große Unternehmen sind hier bereits vielfach aktiv. Klein- und Kleinunternehmen haben die Themen jedoch noch nicht in breiter Masse aufgenommen.

5.1 Hintergrund: Welche digitalen Technologien und Anwendungen sind relevant?

Um die Relevanz von digitalen Technologien als Enabler feststellen zu können, werden relevante digitale Technologien auf Basis eines mehrstufigen Auswahlverfahrens aus mehreren Quellen ermittelt und ebenfalls geclustert. Abschnitt 3.2 in Anhang A3 beschreibt ausführlich die Vorgehensweise und die zugrundeliegende Literatur.

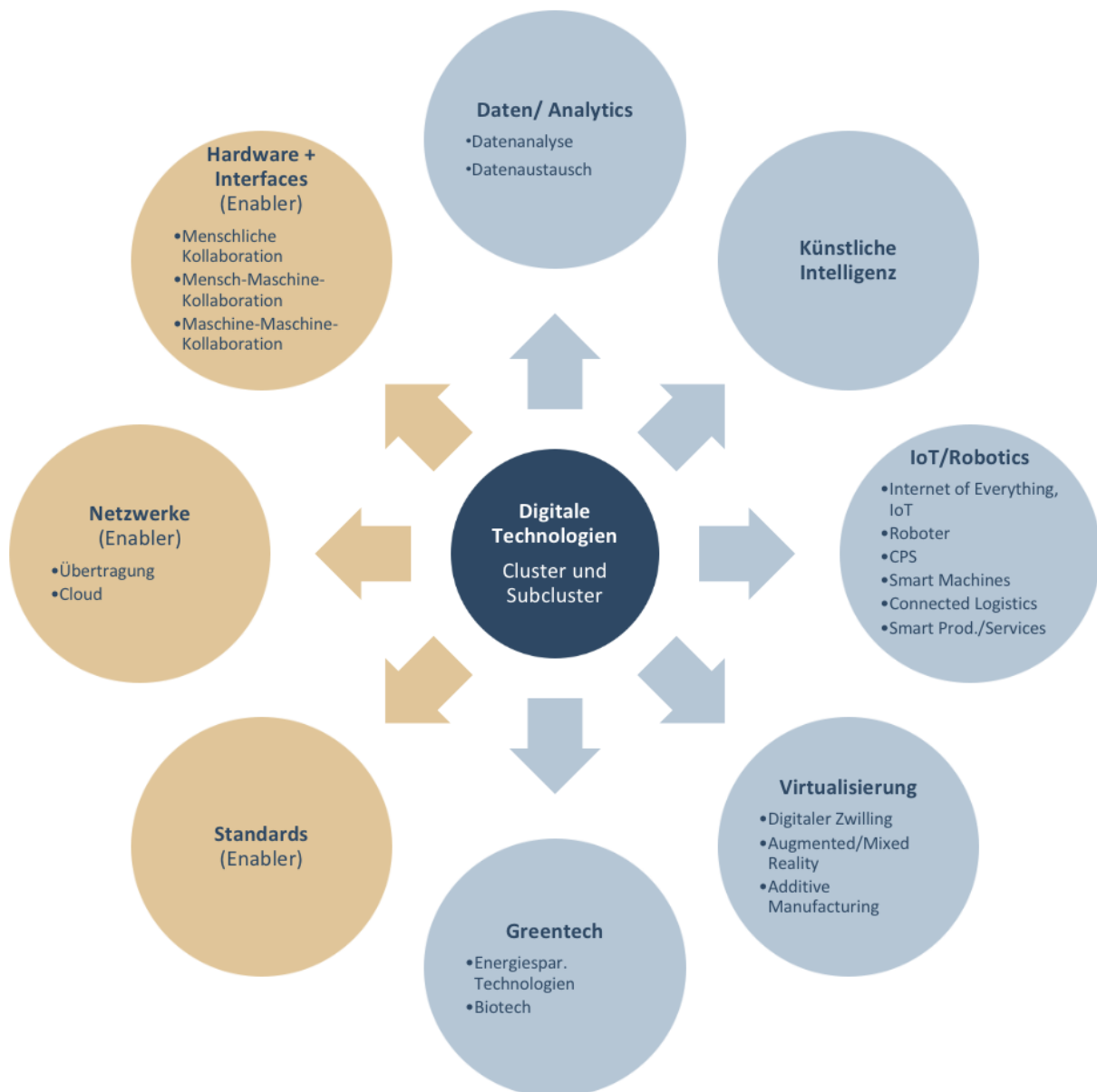
Die Technologien wurden in acht Cluster eingeordnet, von denen drei Cluster als Enabler-Cluster betrachtet werden können, da sie die Grundlage für andere Technologien und Anwendungen bilden. Innerhalb der Cluster wurden wiederum Subcluster gebildet. Abbildung 5-3 zeigt eine Übersicht der identifizierten Cluster und Subcluster von digitalen Technologien, Tabelle 3-4 im Anhang A3 beinhaltet darüber hinaus die dabei berücksichtigten Technologien. Die identifizierten Cluster können folgendermaßen kurz beschrieben werden:

- Im Cluster **Daten/Analytics** sind Datenanalyse und Datenaustausch zusammengefasst. Dabei handelt es sich um Technologien, welche die Verarbeitung, Analyse und Auswertung von Daten vereinfachen und Prognosen über zukünftige Entwicklungen ermöglichen.
- Das Cluster **Künstliche Intelligenz (KI)** umfasst Anwendungen, bei denen Maschinen Leistungen erbringen, die eine menschenähnliche Intelligenz erfordern. Dabei lernt der Computer durch maschinelles Lernen (ML) aus Daten und Erfahrungen, um Aufgaben immer besser durchzuführen.
- Im Cluster **IoT/Robotics** werden Menschen, Geräte, Anwendungen und Prozesse miteinander zu einem intelligenten Prozess verbunden, bei dem Daten in Echtzeit bereitgestellt werden. Dazu gehören zum Beispiel sowohl smarte Roboter, die effizient mit einem Menschen zusammenarbeiten und dabei von ihm lernen können, aber auch Connected Logistics, welche eine vollständige und lückenlose Vernetzung aller Prozessabläufe durch die Nutzung und Auswertung von Big Data ermöglichen.
- Das Cluster **Virtualisierung** beschreibt virtuelle Nachbildungen von physisch vorhandenen IT-Ressourcen als Verbindungsstelle von analoger und digitaler Welt. Dies kann beispielsweise in Form eines sogenannten Digitalen Zwillings (auch „digitaler Schatten“ genannt), einer digitalen Darstellung einer realen Einheit oder eines realen Systems vorliegen. Als weiteres Anwendungsbeispiel kann man den 3D-Druck, bei dem physikalische Objekte aus digitalen Modellen „gedruckt“ werden, oder auch Augmented Reality nennen, welche die reale Welt um virtuelle Aspekte erweitert.
- **Greentech** umfasst Technologien, die den Energieverbrauch reduzieren und nachhaltige Alternativen zu bestehenden Technologien bieten. Außerdem gehört das Feld der Biotechnologie dazu, welches die Anwendung von Wissenschaft und Technik auf organisches Material darstellt. Auch der Leichtbau führt zu weniger Energie- und Ressourcenverbrauch im Bereich Mobilität vor allem in der Nutzungsphase. Bionik und digitale Tools ermöglichen im

Leichtbau ressourceneffiziente industrielle Applikationen. Im Leichtbau sind durchgängig digitalisierte und verlinkte Wertschöpfungsketten das Ziel.

Abbildung 5-3: Übersicht der Cluster und Subcluster von digitalen Technologien

Schematische Übersicht, beige = Enabler-Cluster mit Subclustern



Quellen: eigene Darstellung, Institut der deutschen Wirtschaft / IW Consult

Drei der acht Cluster sind sogenannte **Enabler-Cluster**, beinhalten also Technologien, die die Grundlage für andere Technologien und Anwendungen bilden. Innerhalb der Cluster wurden zum Teil wiederum Subcluster gebildet, die sehr ähnliche Technologien zusammenfassen:

- **Standards** harmonisieren digitale Schnittstellen und ermöglichen folglich die Kommunikation unterschiedlicher Systeme.
- **Netzwerke** verbinden Computer und Systeme und bilden somit die Infrastruktur für jeglichen Datenaustausch über Technologien wie WLAN, 5G oder Bluetooth. Ein wichtiger Bestandteil von Netzwerken ist das Cloud Computing, welches eine digitale Infrastruktur in Form von Speicherplatz, Anwendungssoftware oder auch Rechenleistung über das Internet bereitstellt.
- Im dritten Enabler-Cluster, **Hardware und Interfaces**, werden Technologien zusammengefasst, die die Kollaboration zwischen Menschen und Maschinen verbessern. Dazu gehört Software, die die generelle Gebrauchstauglichkeit („Usability“) erhöht, indem sie die Anwendungsmöglichkeiten für den Nutzer erweitert, oder den Informationsaustausch zwischen Mensch und Maschine optimiert. Außerdem umfasst das Cluster Technologien, die die zwischenmaschinelle Kollaboration durch eine effizientere Datenverarbeitung oder den Austausch von größeren Datenmengen verbessern.

Um die Technologien und Anwendungen bei verschiedenen Geschäftsmodellen, Konzepten unternehmerischen Handelns und Punkten entlang der Wertschöpfungskette klassifizieren zu können, wurden die Technologiesubcluster digitalen Konzepten im Kontext von Ressourceneffizienz, die für diese Studie festgelegt wurden, zugeordnet (siehe auch Anhang A3 Abschnitt 3.2). Dabei zeigen sich folgende Zusammenhänge:

- Die Produktentwicklung kann dank der Digitalisierung zunehmend virtualisiert werden. So kann die Forschung und Entwicklung ihren Schwerpunkt von Labortests zu vorgelagerten computergestützten und dadurch wesentlich weniger aufwändigen Simulationen verlagern. Für die Produktentwicklung sind vor allem die Modellierung und Simulationen relevant. Durch ein digitales Prozessmonitoring sind die systematische Analyse und das Monitoring für eine adäquate Werkstoffauswahl, den Leichtbau oder auch die Miniaturisierung möglich. Besonders für den Leichtbau ist die virtuelle Entwicklung des Designs und die Simulation sehr wichtig. Hier spielen der digitale Zwilling und 3D-Druck auch eine wesentliche Rolle. Moderne Produkt-Service-Systeme profitieren von dynamisch kooperierenden Systemen und einer Modularisierung sowie dem Predictive Maintenance, da hierüber zusätzliche Dienstleistungen angeboten werden können. Dabei sind der Datenaustausch, Smart Products und Services sowie Additive Manufacturing sehr wesentlich, um auch smarte Dienstleistungen, zum Beispiel eine Ferndiagnose, zur Verfügung zu stellen.
- Für alle betrachteten übergeordneten Ressourceneffizienzmaßnahmen auf der Prozessebene sind digitale Konzepte wie Prozessmonitoring, kleinteilige Analysen durch individuelle Zuordnung relevanter Produktionsdaten zum Ressourcenverbrauch, dynamisch kooperierende Systeme und Modularisierung sowie multimodale Assistenzsysteme relevant. Das bedeutet, diese digitalen Konzepte sind sowohl auf strategischer Ebene als auch auf der operationalen Ebene bei der Optimierung von Ressourcenverbräuchen und der Kreislaufführung zentral. Zur Optimierung der Herstellungsprozesse sowie für eine verbesserte inner- und zwischenbetriebliche Kreislaufführung kann das Tracking und Tracing von Werkstücken und

Produkten ein wichtiges Konzept sein. Mit einer dezentral gesteuerten Fertigung sowie der Modellierung und Simulation können Herstellungsprozesse verbessert werden. Wirft man einen Blick auf die digitalen Subcluster, so ist für die Steigerung der Ressourceneffizienz auf der Produktionsprozessebene die Datenanalyse zentral; für die Optimierung der Prozesse und der betriebsübergreifenden Kreislaufführung spielt der Datenaustausch eine wesentliche Rolle.

5.2 Unternehmensbefragung: Digitale Geschäftsmodelle für Ressourceneffizienz

5.2.1 Bedeutung digitaler Geschäftsmodelle

Die Digitalisierung mit ihren zahlreichen neuen und neuartigen Technologien und Anwendungen hat vielfältige Auswirkungen auf die Konzepte unternehmerischen Handelns und die Geschäftsmodelle der Unternehmen. Insbesondere sind in den vergangenen Jahren nicht nur leicht veränderte, sondern auch völlig neue Geschäftsmodelle im Rahmen der Digitalisierung entstanden. Diese kontinuierlichen oder auch disruptiven Entwicklungen sind auch in den nächsten Jahren und Jahrzehnten zu erwarten. Die digitale Transformation der Geschäftsmodelle ist dementsprechend kein punktueller Akt, sondern ein komplexer Innovationsprozess, der durch Mehrdimensionalität geprägt ist (Becker, 2019, 15). Zweck ist die Steigerung der Wertschöpfung. Einen Teil der Zielfunktion bildet auch die Ressourceneffizienz, die nicht nur Mittel zum Zweck sein muss, sondern zunehmend auch als direktes, nicht nur kostenseitig attraktives Ziel von den Unternehmen wahrgenommen wird.

Ein Geschäftsmodell wird dabei als das Grundprinzip verstanden, nach dem Unternehmen Wertschöpfung betreiben (Becker, 2019, 18). Da die im Rahmen der Digitalisierung entstehenden Technologien und Anwendungen sich jedoch nicht nur auf eben dieses Grundprinzip der Wertschöpfung auswirken, sondern auch untergeordnete Prinzipien und Prozesse im Wertschöpfungsprozess des Unternehmens beeinflussen, werden neben den Geschäftsmodellen auch sogenannte Konzepte unternehmerischen Handelns betrachtet. Sie bilden nicht das zentrale Prinzip der Wertschöpfung, sind diesem aber zuträglich, zum Teil durch mehrere Anwendungsweisen und Anwendungspunkte entlang der Wertschöpfungskette und in unterschiedlichen Unternehmensbereichen. Es ist auch denkbar, dass ein Unternehmen ein Konzept unternehmerischen Handelns, das es selbst zur Wertschöpfungssteigerung nutzt, irgendwann auch selbst entwickelt und anbietet und so zum eigenen Geschäftsmodell macht. Eine ausführliche Diskussion verschiedener Geschäftsmodelle liefert Kapitel 3.4.1 im Anhang A3. In den folgenden Abschnitten werden die verschiedenen Geschäftsmodelle auch noch kurz eingeordnet.

Das Produkt- und Dienstleistungsangebot von Unternehmen ist vielfältig und kann von klassischen Produkten/Diensten ohne datenbasierte Prozesse über solche mit datenbasierten Prozessen bis hin zu datengetriebenen Produkten/Diensten reichen. Auch Daten können als Produkt verkauft werden. Im Produzierenden Gewerbe dominieren mit zwei Dritteln bislang noch klassische Geschäftsmodelle. Etwa 18 Prozent haben ihre klassischen Produkte/Dienste bereits um datenbasierte Prozesse erweitert. Nur knapp ein Fünftel hat datengetriebene Geschäftsmodelle, sprich solche, deren zentrale Funktionen durch digitale datenbasierte Anwendungen

bedingt sind. Bei den unternehmensnahen Dienstleistern hat knapp jeder Zweite ein datengetriebenes Geschäftsmodell und nur ein Drittel noch ein klassisches Geschäftsmodell.

Für Unternehmen ist es schwierig, ganze digitale Geschäftsmodelle zu entwickeln, die zu Ressourceneffizienz beitragen. Ressourceneffizienz manifestiert sich eher in kleinteiligeren Konzepten unternehmerischen Handelns, die nicht unbedingt in direkter Verbindung zur Wertschöpfung stehen [These 2.1]. Befragt nach dem Stellenwert des Angebots wesentlicher datengetriebener Dienstleistungen, losgelöst von Ressourceneffizienzaspekten bei Unternehmen, die digitale Geschäftsmodelle bereits haben, zeigt sich, dass nur sehr wenige Unternehmen datengetriebenen Vermietungsmodellen einen hohen Stellenwert beimessen. Nur 1 Prozent der Unternehmen über alle Branchen hinweg haben hier sehr hoch angegeben, weitere 7 Prozent im Produzierenden Gewerbe „eher hoch“ – bei den Dienstleistern war es etwa jedes zehnte Unternehmen. Am wichtigsten ist aktuell die Durchführung von Datenanalysen – ein Viertel der produzierenden Unternehmen mit digitalen Geschäftsmodellen gab hier zumindest eher hoch an, bei den Dienstleistern war es knapp die Hälfte. Nur etwa 14 Prozent der Produzierenden Unternehmen geben dem Betreiben von Plattformen zumindest einen eher hohen Stellenwert – bei den Dienstleistern sind es knapp zwei Fünftel.

Heutige Wertschöpfungsketten und insbesondere die sich weiterverbreitenden dynamischen Wertschöpfungsnetzwerke sind bereits jetzt von der Quantität und Qualität auszutauschender Daten abhängig. Mit steigender digitaler Transformation der Wirtschaft werden sich diese Anforderungen noch verstärken. Eine ausführliche Diskussion dazu liefert Kapitel 3.5 im Anhang A3. Dies kann zur Folge haben, dass Unternehmen, die an diesem Veränderungsprozess nicht teilhaben, künftig als Partner von Netzwerken weniger attraktiv sind und an Effizienzgewinnen von Netzwerken – auch im Bereich der Ressourcen – nicht teilhaben können. Unbeantwortet ist bislang, ob nur ein Unternehmen, welches selbst bereits digitale Geschäftsmodelle einsetzt, zur Ressourceneffizienz in Wertschöpfungsketten und -netzwerken beitragen kann [These 3.1].

Die wesentlichen Beweggründe für die Einführung digitaler Geschäftsmodelle sind mit Abstand die Sicherung der eigenen Wettbewerbsfähigkeit, aber sie sind auch eine Reaktion auf die Nachfrage bestehender Kunden sowie auf Portfolio- und Markterweiterungsstrategien (Abbildung 5-4). Gerade die hohe Bedeutung der Nachfrage bestehender Kunden macht deutlich, dass digitale Geschäftsmodelle für die Zusammenarbeit in der Wertschöpfungskette bereits relevant sind. Die Dynamisierung der Märkte führt zu steigender Erwartungshaltung der Kunden hinsichtlich Flexibilität und Kundenorientierung der Anbieter. Kunden erwarten immer kürzere Reaktionszeiten. Dynamische, den gesamten Produktzyklus umfassende Wertschöpfungsketten sind erforderlich. Dabei ist bei KMU die Nachfrage der Kunden deutlich häufiger ein Grund für die Einführung digitaler Geschäftsmodelle als bei großen Unternehmen.

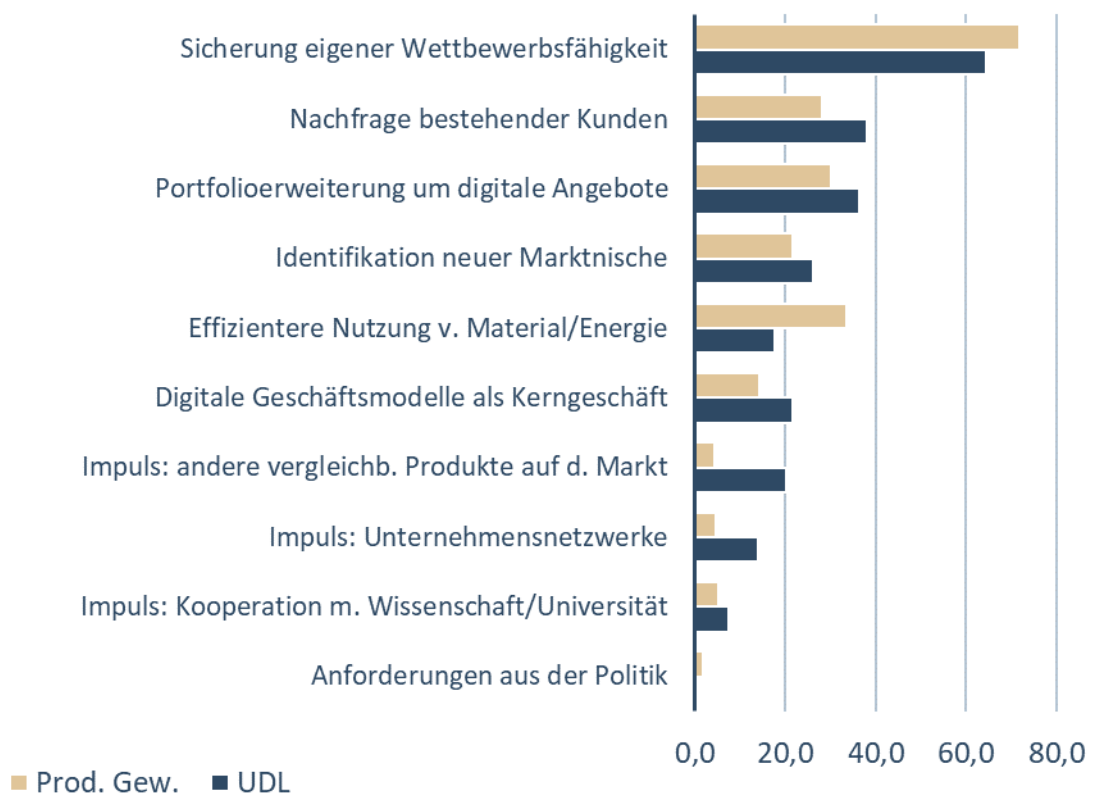
KMU sind häufig die Treiber, die digitale produkt- und serviceorientierte Geschäftsmodelle zur Planung, Gestaltung, Steuerung und Wartung komplexer Wertschöpfungsnetze im Unternehmen und über Unternehmensgrenzen hinweg (zu Kunden und Lieferanten) entwickeln. Aufgrund ihrer gegenüber Großunternehmen höheren Flexibilität können diese schneller auf den Markt kommen. Sie tragen zur Ressourceneffizienz bei, indem sie kurze Zyklen mit schnellem Feedback nutzen, Verschwendung vermeiden und kundenzentriert vorgehen. Obwohl die

Zustimmungsraten („stimme (eher) zu“) sich bei kleinen und mittelständischen Unternehmen im Vergleich zu großen Unternehmen nicht sehr unterscheiden, sind es deutlich mehr KMU, die klar zustimmen, dass digitale Geschäftsmodelle das Kerngeschäft ihres Unternehmens darstellen. Dies ist ein Hinweis darauf, dass KMU stärker als Großunternehmen von den Möglichkeiten einer vernetzten Produktion profitieren können [These 3.2].

Ein Drittel des Produzierenden Gewerbes sieht digitale Geschäftsmodelle aber auch als eine Möglichkeit, Material oder Energie effizienter zu nutzen. Nur selten kommen vor allem im Produzierenden Gewerbe jedoch bislang Impulse aus Unternehmensnetzwerken, die digitale Geschäftsmodelle vorantreiben.

Abbildung 5-4: Wettbewerb und Nachfrage sorgen für digitale Geschäftsmodelle

Gründe für Einführung des digitalen Geschäftsmodells, Angabe „Stimme zu“ in Prozent der Unternehmen mit digitalen Geschäftsmodellen



Frage: Ihr Unternehmen verfolgt somit ein Geschäftsmodell, das (unter anderem) auf Digitalisierung beruht. Was waren die Gründe für die Einführung eines solchen digitalen Geschäftsmodells? (Vier Antwortkategorien: Stimme zu, stimme eher zu, stimme eher nicht zu, stimme nicht zu).

Prod. Gew: Produzierendes Gewerbe, UDL: Unternehmensnahe Dienstleistungen

Quelle: IW-Zukunftspanel (2020), eigene Berechnungen

Expertenworkshop 1

- Bei der These 2.1, „Ressourceneffizienz manifestiert sich eher in Konzepten unternehmerischen Handelns denn in Geschäftsmodellen“ sahen die Teilnehmer kein „entweder oder“,

sondern ein „sowohl als auch“, da eine Verbesserung der Produktionsprozesse gleichzeitig auch zu einem neuen Geschäftsmodell führen kann. Kleine und mittlere Unternehmen (KMU) starten häufig kleinteilig mit Prozessverbesserungen; veränderte/neue Geschäftsmodelle wie Serviceangebote folgen danach. Nicht selten zwingt die Nachfrage zu neuen Geschäftsmodellen: große Unternehmen fordern häufig digitale Lösungen von KMU ein. Plattformen, wie beispielsweise Amazon, sind hier die Treiber.

- Die Ergebnisse des ersten Expertenworkshops zeigen, dass es stark von der Branche und der spezifischen Konstellation in einem Wertschöpfungsnetzwerk abhängt, in welchem Maß Vorteile hinsichtlich der Ressourceneffizienz realisiert werden können und ob KMU eher profitieren oder nicht. Grundsätzlich wurden digitale Schnittstellen als Voraussetzung für die Zusammenarbeit zwischen Unternehmen gesehen. Inwieweit die Ressourceneffizienz insgesamt gesteigert werden kann, hängt wesentlich von den Kundenanforderungen ab.

5.2.2 Relevante digitale Technologien

Die Digitalisierung basiert auf der Analyse und Nutzbarmachung von Daten und sie geht unbestritten mit neuen, teils disruptiven Geschäftsmodellen einher. Digitalisierung eröffnet neue bisher noch nicht genutzte Möglichkeiten der Messung, Nachverfolgung und Virtualisierung, die zu einer Steigerung von Ressourceneffizienz führen können. Zudem kann die Digitalisierung bislang weniger offensichtliche Zusammenhänge über Daten und Analysen aufzeigen. Dafür kommen verschiedene digitale Anwendungen/Technologien für die Analyse und das Monitoring, die innerbetriebliche Vernetzung und Kollaboration und die Vernetzung in der Wertschöpfungskette zum Einsatz.

Ressourceneffizienz bedeutet, an möglichst vielen Punkten im Betrieb Daten zu erheben und auszuwerten [These 2.3]. Ohne die konsistente, standardisierte, durchgehende digitale Erfassung und Analyse von Daten an möglichst vielen Punkten im Unternehmen und im Produktionsprozess sind Ressourceneffizienzsteigerungen, wenn überhaupt, nur sehr eingeschränkt möglich. Nicht aufbereitete, nicht analysierte und nicht geteilte Daten gelten als verschwendete Ressourcen (im weiteren Sinne).

Daten sind der Dreh- und Angelpunkt. Die Analyse von Daten bildet die zentrale Grundlage für Ressourceneffizienzmaßnahmen. Für die Steigerung der Ressourceneffizienz auf der Produktionsprozessebene ist die Datenanalyse zentral; für die Optimierung der Prozesse und der betriebsübergreifenden Kreislaufführung spielt der Datenaustausch eine wesentliche Rolle. Viele Unternehmen stehen hier am Anfang oder nutzen viele digitale Anwendungen und Technologien noch gar nicht. Am ehesten tragen im Produzierenden Gewerbe die digitale Erfassung von Stammdaten, beispielsweise von Produkten und/oder Vorprodukten zur Steigerung von Ressourceneffizienz in den Unternehmen bei, aber auch Standards zur Überwindung von Schnittstellen sowie ein Prozessmonitoring über die Vernetzung von Sensoren und Aktoren leisten hier einen erheblichen Beitrag. Bei den unternehmensnahen Dienstleistern kommen neben der digitalen Stammdatenerfassung sowie Standards Plattformen eher zum Einsatz. Ansonsten geben die meisten Unternehmen an, dass viele der digitalen Möglichkeiten noch gar keinen Beitrag

leisten, insbesondere, wenn es um die weitere Vernetzung und Kollaboration oder Modellierung und Simulation, das heißt die digitale Abbildung von Systemen geht. Im Folgenden werden die einzelnen digitalen Technologien nach Fortschritt geordnet, um Aussagen über den digitalen Reifegrad machen zu können. Denn der Einsatz von digitalen Technologien und Anwendungen fängt häufig in kleinen Schritten an. Abbildung 5-5 gibt hier einen Überblick nach Relevanz der wichtigsten digitalen Technologien nach Reifegrad:

- **Einsteiger:** Für den Einstieg sind Daten und Schnittstellen besonders wichtig.
 - **Digitale Erfassung von Stammdaten:** Eine zentrale Grundlage stellen Daten für digitale Geschäftsmodelle für Ressourceneffizienz dar. Deswegen ist es sowohl für die innerbetriebliche als auch die zwischenbetriebliche Vernetzung in einem ersten Schritt notwendig, Stammdaten digital zu erfassen. Das ist auch die digitale Anwendung, die bislang am ehesten von den Unternehmen genutzt wird. Etwa jedes zweite Unternehmen sowohl in der Industrie als auch bei den unternehmensnahen Dienstleistern nutzt diese Anwendung zumindest in mittlerem Maße.
 - **Standards:** Standards zur Überwindung von Schnittstellen spielen für die unternehmensübergreifende Vernetzung entlang der Wertschöpfungskette eine immense Rolle. Dennoch tragen in jedem dritten Unternehmen mit digitalisierten Ressourceneffizienzmaßnahmen Standards noch gar nicht zur Steigerung von Ressourceneffizienz bei. Im Produzierenden Gewerbe messen nur 7 Prozent der Unternehmen mit digitalisierten Ressourceneffizienzmaßnahmen Standards einen hohen Beitrag zu, bei den unternehmensnahen Diensten sind es knapp 14 Prozent.
 - **Digitale Anwendungen für Material- und Energieeinsparungen:** Unmittelbar auf Material- /Energieeinsparungen ausgerichtete technologische Anwendungen wie zum Beispiel energiesparende Technologien, die Ressourceneffizienz als erklärtes Ziel haben, spielen in den Unternehmen zur Steigerung der Ressourceneffizienz keine große Rolle. Jedes zweite Unternehmen des Produzierenden Gewerbes misst solchen Anwendungen eine zumindest geringe Rolle bei, bei den unternehmensnahen Dienstleistern sind es nur zwei von fünf Unternehmen – nur wenige geben dabei „in hohem Maße“ an.
- **Mittelstufe:** Im zweiten Schritt nutzen Unternehmen Plattformen, Prozessmonitoring über die Vernetzung von Sensoren und Aktoren sowie die prädiktive Wartung als wichtige Voraussetzungen für die Vernetzung in der Wertschöpfungskette.
 - **Plattformen:** Plattformen sind auch eine wichtige Voraussetzung für die Vernetzung in der Wertschöpfungskette. Dennoch liefern Plattformen bei zwei Fünfteln des Produzierenden Gewerbes mit digitalen Ressourceneffizienzmaßnahmen keinen Beitrag zu Ressourceneffizienz, bei den unternehmensnahen Diensten sind es knapp ein Drittel. Zwei Fünftel der unternehmensnahen Dienstleister mit digitalisierten Maßnahmen billigen Plattformen zumindest eine mittlere Bedeutung zu. Im Produzierende Gewerbe ist es nicht mal jedes vierte Unternehmen.

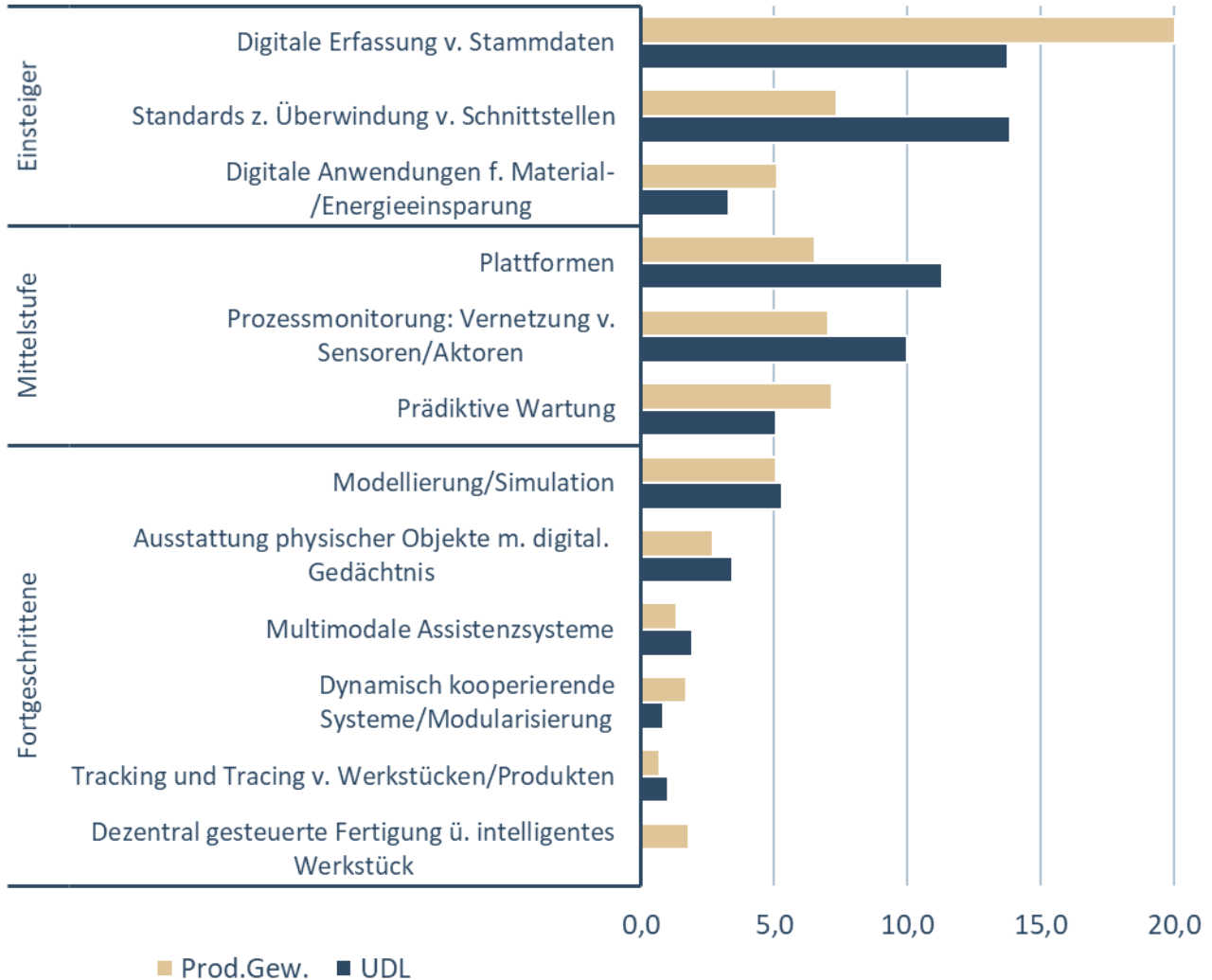
- **Prozessmonitoring über Vernetzung von Sensoren/Aktoren:** Durch ein digitales Prozessmonitoring über die Vernetzung von Sensoren und Aktoren sind die systematische Analyse und das Monitoring für eine adäquate Werkstoffauswahl, den Leichtbau oder auch die Miniaturisierung möglich. Dennoch leistet ein solches Monitoring in nur etwas mehr als jedem zweiten produzierenden Unternehmen zumindest einen geringen Beitrag zur Steigerung von Ressourceneffizienz, darunter nur 7 Prozent in hohem Ausmaße; bei den unternehmensnahen Diensten sind es nur 45 Prozent, darunter 10 Prozent, die „hoch“ angeben.
- **Prädiktive Wartung:** Gut jedes zweite produzierende Unternehmen erachtet prädiktive Wartung zumindest in geringem Maße als relevant für die Steigerung von Ressourceneffizienz – bei den unternehmensnahen Dienstleistern sind es nur zwei Fünftel der Unternehmen mit digitalisierten Ressourceneffizienzmaßnahmen.
- **Fortgeschrittene:** Für alle betrachteten übergeordneten Ressourceneffizienzmaßnahmen auf der Prozessebene sind nicht nur digitale Konzepte wie Prozessmonitoring, kleinteilige Analysen durch individuelle Zuordnung relevanter Produktionsdaten zum Ressourcenverbrauch, sondern auch dynamisch kooperierende Systeme und Modularisierung sowie multimodale Assistenzsysteme relevant. Auch die Modellierung und Simulation kann eine wichtige Rolle spielen. Gemein ist diesen fortschrittlichen digitalen Anwendungen, dass sie bislang kaum zum Einsatz kommen:
 - **Modellierung und Simulation:** Die Produktentwicklung kann dank der Digitalisierung zunehmend virtualisiert werden. So kann die Forschung und Entwicklung ihren Schwerpunkt von Labortests zu vorgelagerten computergestützten und dadurch wesentlich weniger aufwändigen Simulationen verlagern. Für die Produktentwicklung sind vor allem die Modellierung und Simulationen relevant, aber in der Mehrheit der Unternehmen – knapp drei von fünf – haben diese keine Bedeutung bisher. Nur jedes sechste produzierende Unternehmen schätzt die Relevanz als mittel bis hoch ein. Bei den unternehmensnahen Diensten sind es etwas mehr mit knapp jedem vierten Unternehmen mit digitalisierten Effizienzmaßnahmen.
 - **Multimodale Assistenzsysteme:** Darunter sind Softwaresysteme zu verstehen, die auf Basis der vernetzten Infrastruktur und der Auswertung der verfügbaren Sensorik Empfehlungen zur Gestaltung des Produktionsprozesses aussprechen. Für sieben von zehn Unternehmen haben multimodale Assistenzsysteme keine Bedeutung im Unternehmen. Kaum ein Unternehmen misst ihm bisher eine hohe Relevanz bei – etwas mehr als jedes zehnte Unternehmen eine mittlere Bedeutung. Das heißt, diese digitalen Konzepte sind sowohl auf strategischer Ebene, aber auch auf der operationalen Ebene bei der Optimierung von Ressourcenverbräuchen und der Kreislaufführung zentral, aber noch nicht verbreitet.
 - **Dynamisch kooperierende Systeme/Modularisierung:** Moderne Produkt-Service-Systeme profitieren nicht nur von der prädiktiven Wartung, sondern vor allem auch von dynamisch kooperierenden Systemen und einer Modularisierung, da hierüber zusätzliche Dienstleistungen angeboten werden können. Dabei sind der Datenaustausch,

Smart Products und Services sowie Additive Manufacturing sehr wesentlich, um auch smarte Dienstleistungen, zum Beispiel eine Ferndiagnose, zur Verfügung stellen zu können. Durch modular gekapselte Funktionalität können Anlagen leicht modifiziert werden. Interoperationen zwischen mehreren Beteiligten können mit minimalem Arbeitsaufwand hergestellt, geändert und aufgelöst werden. Bislang kommt diese digitale Anwendung kaum zum Einsatz in den Unternehmen.

- **Tracking und Tracing:** Zur Optimierung der Herstellungsprozesse sowie für eine verbesserte inner- und zwischenbetriebliche Kreislaufführung kann das Tracking und Tracing von Werkstücken und Produkten ein wichtiges Konzept sein. Mit einer dezentral gesteuerten Fertigung sowie der Modellierung und Simulation können Herstellungsprozesse verbessert werden. Zwei Drittel der produzierenden Unternehmen nutzen Tracking und Tracing gar nicht – bei den unternehmensnahen Dienstleistern sind es sogar drei Viertel der Unternehmen
- **Dezentral gesteuerte Fertigung über das intelligente Werkstück:** Während Funktionsintegration im Leichtbau bereits ein zentrales Ziel und gängige Praxis ist, zeigt sich insgesamt, dass nur wenige Unternehmen bisher auf intelligente Werkstücke zur dezentral gesteuerten Fertigung zumindest in geringem Maße setzen. Im Produzierenden Gewerbe ist es nur ein Drittel der Unternehmen mit digitalisierten Ressourceneffizienzmaßnahmen – bei den unternehmensnahen Dienstleistern nur ein Viertel.
- **Ausstattung physischer Objekte mit digitalem Gedächtnis:** Die Ausstattung physischer Objekte (Werkstücke, Produkte, Maschinen) mit einem digitalen Gedächtnis erlaubt die kleinteilige Analyse durch individuelle Zuordnung relevanter Produktionsdaten zum Ressourcenverbrauch. Etwa jedes zweite Unternehmen im Produzierenden Gewerbe gibt an, dass diese digitale Anwendung zumindest in geringem Maße zur Steigerung von Ressourceneffizienz beiträgt. Bei den unternehmensnahen Dienstleistern ist es nur ein Viertel der Unternehmen.

Abbildung 5-5: Digitale Technologien nach Fortschritt

Angaben „in hohem Maße“ in Prozent der Unternehmen mit digitalisierten Ressourceneffizienzmaßnahmen



Frage: In welchem Maße tragen digitale Anwendungen/Technologien zur Steigerung der Ressourceneffizienz in Ihrem Unternehmen bei? (Vier Antwortkategorien: in hohem Maße, in mittlerem Maße, in geringem Maße, gar nicht).

Prod. Gew: Produzierendes Gewerbe, UDL: unternehmensnahe Dienstleistungen

Quelle: IW-Zukunftspanel (2020), eigene Berechnungen

5.2.3 Vorteile

Digitalisierung sorgt für bessere Information, Transparenz sowie örtliche und zeitliche Flexibilität. Durch die Digitalisierung haben Unternehmen einen besseren Überblick über ihre Prozessabläufe und können für eine bessere Auslastung von Maschinen und Anlagen sorgen sowie Wege einsparen. Das kann zu nur leicht veränderten, aber auch zu neuen Geschäftsmodellen und Konzepten unternehmerischen Handelns führen. Befragt nach den wichtigsten Vorteilen des Einsatzes digitaler Technologien im Unternehmen sowie bei den Kunden zwecks Steigerung der Ressourceneffizienz kristallisieren sich drei wesentliche Vorteile sowohl im Produzierenden

Gewerbe als auch im unternehmensnahen Dienstleistungssektor als „(eher) zutreffend“ heraus. Dabei wurden nur Unternehmen befragt, die auch bereits digitalisierte Ressourceneffizienzmaßnahmen haben (siehe vorne auch Abbildung 5-1):

- Im Produzierenden Gewerbe sind es vor allem Kostensenkungen durch das Erkennen und Umsetzen von Einsparpotenzialen, die verbesserte Transparenz in Herstellungsprozessen und die Kundennähe durch Vernetzung.
- Bei den unternehmensnahen Dienstleistern spielen vor allem die Kundennähe durch Vernetzung, auch Kostensenkungen durch das bessere Erkennen und Umsetzen von Einsparpotenzialen, aber auch die intelligente Datenerfassung/-verknüpfung eine wichtige Rolle.

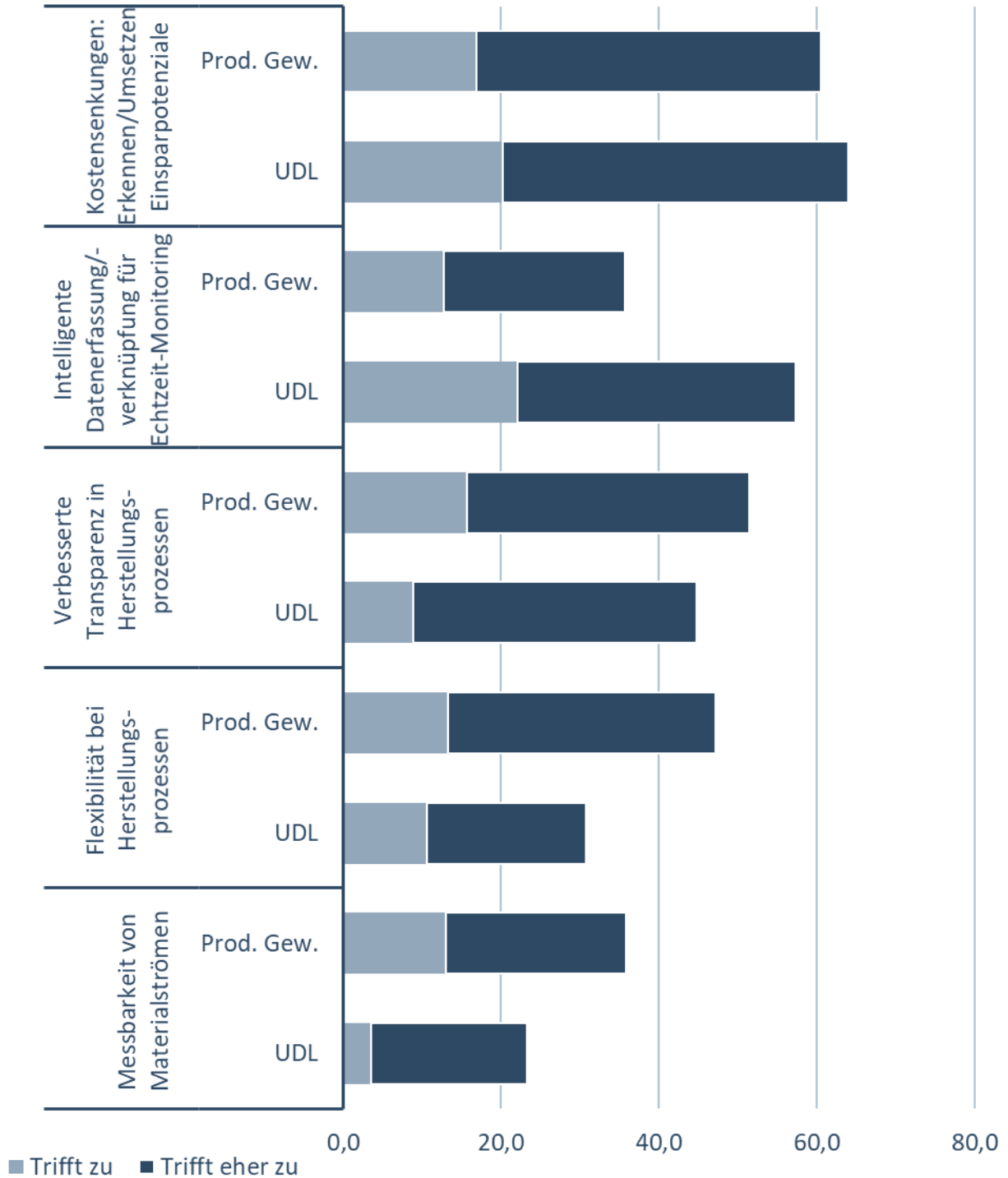
Im Folgenden werden die wesentlichen Vorteile inhaltlich sortiert genauer dargestellt. Grundlage aller digitalen Geschäftsmodelle ist das Modell der Daten. Dieses Modell hat verschiedene Abstufungen. Ausgangspunkte sind die Datenerhebung und -analyse. Datenhandel, Datenplattformen und datenbasierte Dienstleistungen bauen darauf auf. Die Digitalisierung sorgt dafür, dass Ressourceneffizienz messbar und Einsparpotentiale umsetzbar sind. Durch die Digitalisierung wissen wir genauer, wo unsere Materialien herkommen und welchen Weg sie gehen. Abbildung 5-6 weist die Quoten für „zutreffend“ und „eher zutreffend“ aus, wobei sich deutlich weniger Unternehmen für ein klares Zutreffen entschieden haben:

- Erst wenn Einsparpotenziale erkannt werden, können diese umgesetzt werden und zu Kostensenkungen führen. Darin sehen viele der befragten Unternehmen einen erheblichen Vorteil. Im Produzierenden Gewerbe gaben hier drei Fünftel der Unternehmen mit digitalisierten Ressourceneffizienzmaßnahmen an, dass dies zumindest eher zutreffend sei – darunter 17 Prozent sogar eindeutig zutreffend. Etwas mehr unternehmensnahe Dienstleister – etwa jedes fünfte – sehen das auch so deutlich; weitere 44 Prozent stimmen diesem Vorteil zumindest eher zu.
- Vor allem für unternehmensnahe Dienstleister ist eine intelligente Datenerfassung und -verknüpfung für Echtzeit-Monitoring ein wesentlicher Vorteil, den die Digitalisierung für Ressourceneffizienz bietet. Fast drei von fünf unternehmensnahen Dienstleistern erachten es als (eher) zutreffend. Im Produzierenden Gewerbe sieht man dies nicht ganz so: der Anteil der Unternehmen ist deutlich geringer mit gut einem Drittel.
- Für die Industrie stehen dafür eher die verbesserte Transparenz und Flexibilität bei Herstellungsprozessen im Vordergrund. Mehr als jedes zweite produzierende Unternehmen erachtet die verbesserte Transparenz in Herstellungsprozessen durch die Digitalisierung als Vorteil zur Steigerung der Ressourceneffizienz. Bei den unternehmensnahen Dienstleistern hat dieser Aspekt nicht eine so hohe Bedeutung – 45 Prozent gaben hier „(eher) zutreffend“ an. Auch die Flexibilität bei Herstellungsprozessen ist ein Vorteil für fast jedes zweite Unternehmen. Bei den unternehmensnahen Dienstleistern sind es nur knapp drei von zehn Unternehmen.

- Insgesamt hat die Messbarkeit von Materialströmen noch keinen sehr hohen Stellenwert als Vorteil digitaler Technologien zur Steigerung der Ressourceneffizienz. Jedes dritte produzierende Unternehmen sieht dies als einen zumindest (eher) zutreffenden Vorteil, bei den unternehmensnahen Dienstleistern ist es nur jedes vierte Unternehmen.

Abbildung 5-6: Daten: Erkennen und Umsetzen von Ressourceneffizienzpotenzial

Vorteile des Einsatzes von digitalen Technologien, Angaben in Prozent der Unternehmen mit digitalisierten Ressourceneffizienzmaßnahmen



Frage: Welche Vorteile hat Ihr Einsatz digitaler Technologien bei Ihnen und Ihren Kunden zwecks Steigerung der Ressourceneffizienz? (Vier Antwortkategorien: trifft zu, trifft eher zu, trifft eher nicht zu, trifft nicht zu).

Prod. Gew: Produzierendes Gewerbe, UDL: Unternehmensnahe Dienstleistungen

Quelle: IW-Zukunftspanel (2020), eigene Berechnungen

Ein weiteres zentrales digitales Geschäftsmodell ist das Modell der Plattformen. Sie fördern die effiziente und ortsunabhängige Vernetzung vieler unterschiedlicher Akteure zu geringen Informations- und Transaktionskosten. (Externe) IT-Plattformen werden so zu Steuerzentralen in dynamischen Wertschöpfungsnetzwerken und damit auch zu Enablern der Ressourceneffizienz. Entwicklung und Betrieb von Wertschöpfungsnetzwerken sind auf nachhaltigen ökonomischen – und damit auch ressourceneffizienten – Mehrwert ausgerichtet.

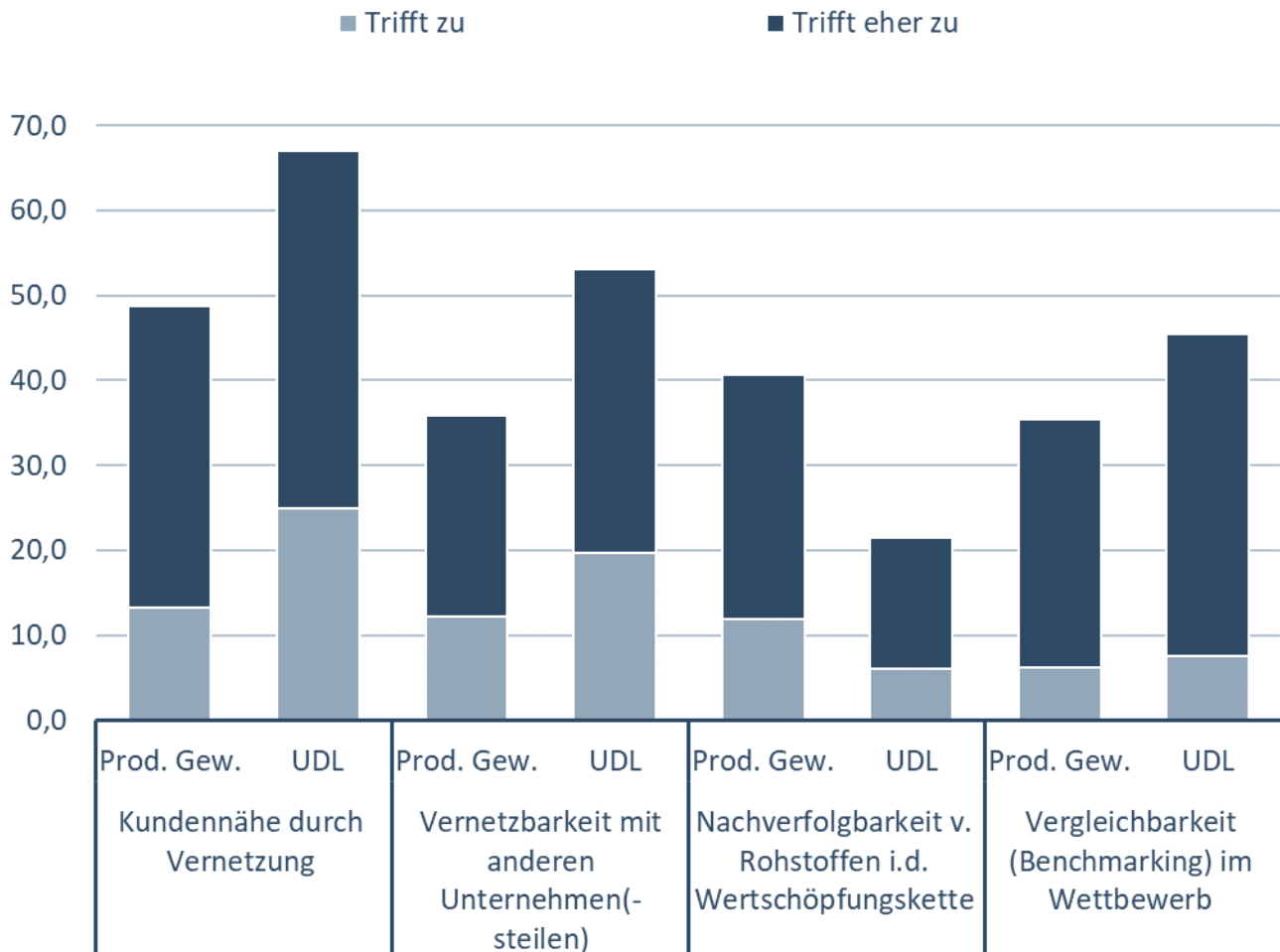
Plattformen fungieren dabei als Mittler zwischen Lieferanten, produzierenden Unternehmen und Kunden: Sie sammeln/liefern Daten an alle Beteiligten und bieten gleichzeitig darauf basierende beziehungsweise daraus generierte Dienstleistungen an. In den Plattformen integrierte „Data Science Center“ werden zu einem zentralen Bestandteil der Wertschöpfungskette, indem sie Big Data konsolidieren und analysieren. So können Ressourceneffizienzpotenziale frühzeitig erkannt und allen Beteiligten des Wertschöpfungsnetzwerks zugänglich gemacht werden. (Externe) IT-Plattformen werden so zu Steuerzentralen in dynamischen Wertschöpfungsnetzwerken und damit zu Enablern für Ressourceneffizienz [These 3.3].

Vernetzbarkeit, Nachverfolgbarkeit und Vergleichbarkeit sind auch relevante Vorteile für den Einsatz von digitalen Technologien nicht nur innerhalb des Unternehmens, sondern auch in unternehmensübergreifenden Wertschöpfungsketten/-netzen. Diese Aspekte stellen auch eine wesentliche Voraussetzung für Plattformen dar. Abbildung 5-7 gibt hier einen Überblick über die Einschätzung der wesentlichen Vorteile, die damit verbunden sind. Auch hier wurden nur die Unternehmen gefragt, die auch bereits digitalisierte Ressourceneffizienzmaßnahmen einsetzen und die Unternehmen gaben hier deutlich häufiger „eher zutreffend“ als eine klare Zustimmung an:

- Der Einsatz digitaler Technologien zwecks Steigerung der Ressourceneffizienz erlaubt den Unternehmen die Vernetzung, welche Kundennähe ermöglicht. Als eher zutreffend haben zwei Drittel der unternehmensnahen Dienstleister diese Kundennähe durch Vernetzung erachtet – jedes vierte Unternehmen gab hier sogar klar „zutreffend“ an. Im Produzierenden Gewerbe sieht dies jedes zweite Unternehmen als zumindest eher zutreffenden Vorteil.
- Auch die Vernetzbarkeit mit anderen Unternehmensteilen oder sogar anderen Unternehmen spielt eher eine Rolle für unternehmensnahe Dienstleister als für Industrieunternehmen. Jeder zweite Dienstleister sieht dies zumindest eher als Vorteil an, im Produzierenden Gewerbe waren es gut ein Drittel.
- Digitale Technologien ermöglichen die Nachverfolgbarkeit von Rohstoffen in der Wertschöpfungsketten. Diesen Vorteil sehen zwei von fünf Industrieunternehmen – bei den Dienstleistern ist es nur eins von fünf Unternehmen.
- Der Vorteil der Vergleichbarkeit (Benchmarking) im Wettbewerb wird auch bislang noch nicht von allen Unternehmen, vor allem in der Industrie erkannt: Während knapp die Hälfte der unternehmensnahen Dienstleister diesen Vorteil bereits sehen, sind es nur gut ein Drittel in der Industrie.

Abbildung 5-7: Wertschöpfungsnetze: Vernetzen, nachverfolgen und vergleichen

Vorteile des Einsatzes von digitalen Technologien, Angaben in Prozent der Unternehmen mit digitalisierten Ressourceneffizienzmaßnahmen



Frage: Welche Vorteile hat Ihr Einsatz digitaler Technologien bei Ihnen und Ihren Kunden zwecks Steigerung der Ressourceneffizienz? (Vier Antwortkategorien: trifft zu, trifft eher zu, trifft eher nicht zu, trifft nicht zu).

Prod. Gew: Produzierendes Gewerbe, UDL: unternehmensnahe Dienstleistungen

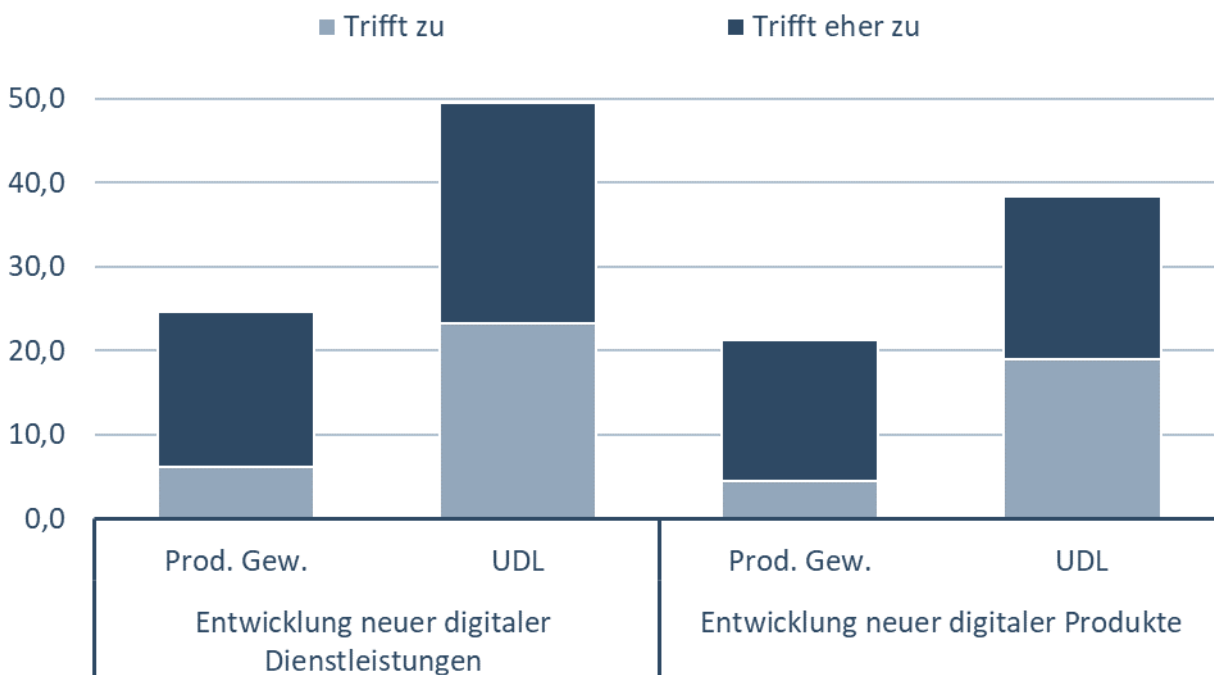
Quelle: IW-Zukunftspanel (2020), eigene Berechnungen

Ein weiteres zentrales digitales Geschäftsmodell ist das Angebot von Dienstleistungen statt Waren. „Anything as a Service“ beschreibt, dass vormals als fertige Waren angebotene Produkte nun auch, teilweise temporär als Dienstleistungen verkauft werden können. Der Einsatz digitaler Technologien im Kontext von Ressourceneffizienz kann auch zu neuen Produkten und Dienstleistungen führen, wobei das nur auf eine kleine Gruppe von Unternehmen bislang wirklich zutrifft. Abbildung 5-8 zeigt, dass dies vor allem Vorteile sind, die die unternehmensnahen Dienste sehen:

- Jeder zweite unternehmensnahe Dienstleister, der digitalisierte Effizienzmaßnahmen einsetzt, sieht durch den Einsatz digitaler Technologien, zumindest eher den Vorteil, neue digitale Dienstleistungen zu entwickeln. Dabei gaben etwas weniger als ein Viertel „zutreffend“, etwas mehr als ein Viertel „eher zutreffend“ an. In der Industrie spielt die Entwicklung neuer Dienstleistungen bislang noch eine untergeordnete Rolle: jedes vierte Unternehmen sieht es als Vorteil, aber die meisten gaben hiervon nur „eher zutreffend“ an.
- Noch seltener wird bis dato in den Unternehmen die Entwicklung neuer Produkte mit mehr Ressourceneffizienz infolge der Anwendung digitaler Technologien als Vorteil erachtet. Insbesondere bei den Industrieunternehmen ist das Thema noch nicht wirklich präsent.

Abbildung 5-8: Neues Angebot: Neue Produkte/Dienste durch Digitalisierung

Vorteile des Einsatzes von digitalen Technologien, Angaben in Prozent der Unternehmen mit digitalisierten Ressourceneffizienzmaßnahmen



Frage: Welche Vorteile hat Ihr Einsatz digitaler Technologien bei Ihnen und Ihren Kunden zwecks Steigerung der Ressourceneffizienz (Vier Antwortkategorien: trifft zu, trifft eher zu, trifft eher nicht zu, trifft nicht zu).

Prod. Gew: Produzierendes Gewerbe, UDL: unternehmensnahe Dienstleistungen

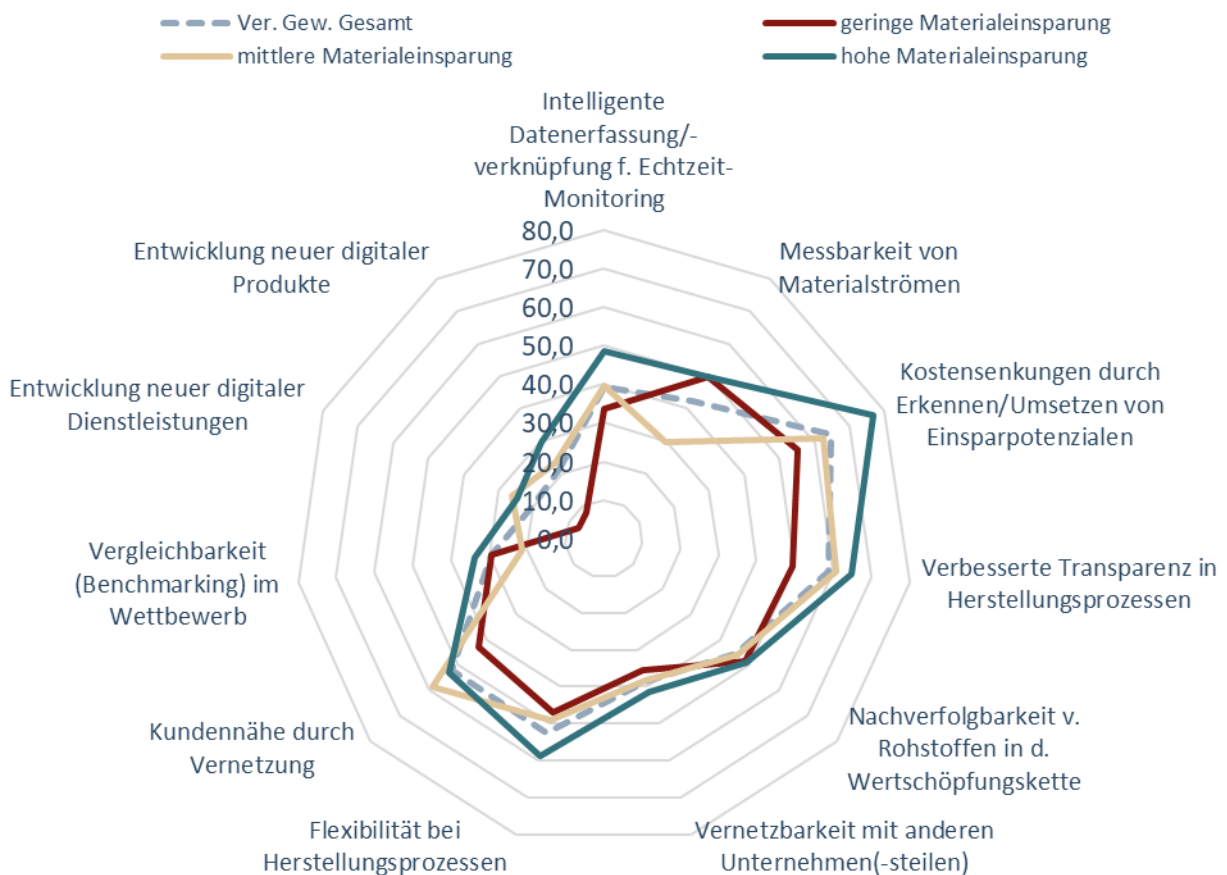
Quelle: IW Zukunftspanel (2020), eigene Berechnungen

Wer sich mit Ressourceneffizienz beschäftigt und diese erfolgreich umsetzt, der kann auch eher die Vorteile der digitalen Technologien sehen. Eine weitere Analyse für das Verarbeitende Gewerbe zeigt, dass die meisten abgefragten Vorteile eher bei Unternehmen mit hohen Materialeinsparnerfolgen erkannt werden als bei Unternehmen mit geringen Materialeinsparungen. Allerdings zeigt sich auch, dass Unternehmen mit durchschnittlichen Materialeinsparnerfolgen nicht zwingend häufiger die Vorteile erkennen als unterdurchschnittlich erfolgreiche

Unternehmen. Beispielsweise ist dies bei der Messbarkeit von Materialströmen, der Nachverfolgbarkeit von Rohstoffen, der Kundennähe durch Vernetzung und der Vergleichbarkeit im Wettbewerb der Fall (Abbildung 5-9). Im Vordergrund stehen auch hier Kostensenkungen, das Erkennen und Umsetzen von Einsparpotenzialen sowie Transparenz und Flexibilität in Herstellungsprozessen.

Abbildung 5-9: Wer erfolgreich Material spart, sieht Vorteile der Digitalisierung

Vorteile des Einsatzes von digitalen Technologien, Angaben „Trifft zu/trifft eher zu“ in Prozent der Unternehmen mit digitalisierten Ressourceneffizienzmaßnahmen, Verarbeitendes Gewerbe



Frage: Welche Vorteile hat Ihr Einsatz digitaler Technologien bei Ihnen und Ihren Kunden zwecks Steigerung der Ressourceneffizienz (Vier Antwortkategorien: trifft zu, trifft eher zu, trifft eher nicht zu, trifft nicht zu).

Ver. Gew.: Verarbeitendes Gewerbe

Quelle: IW-Zukunftspanel (2020), eigene Berechnungen

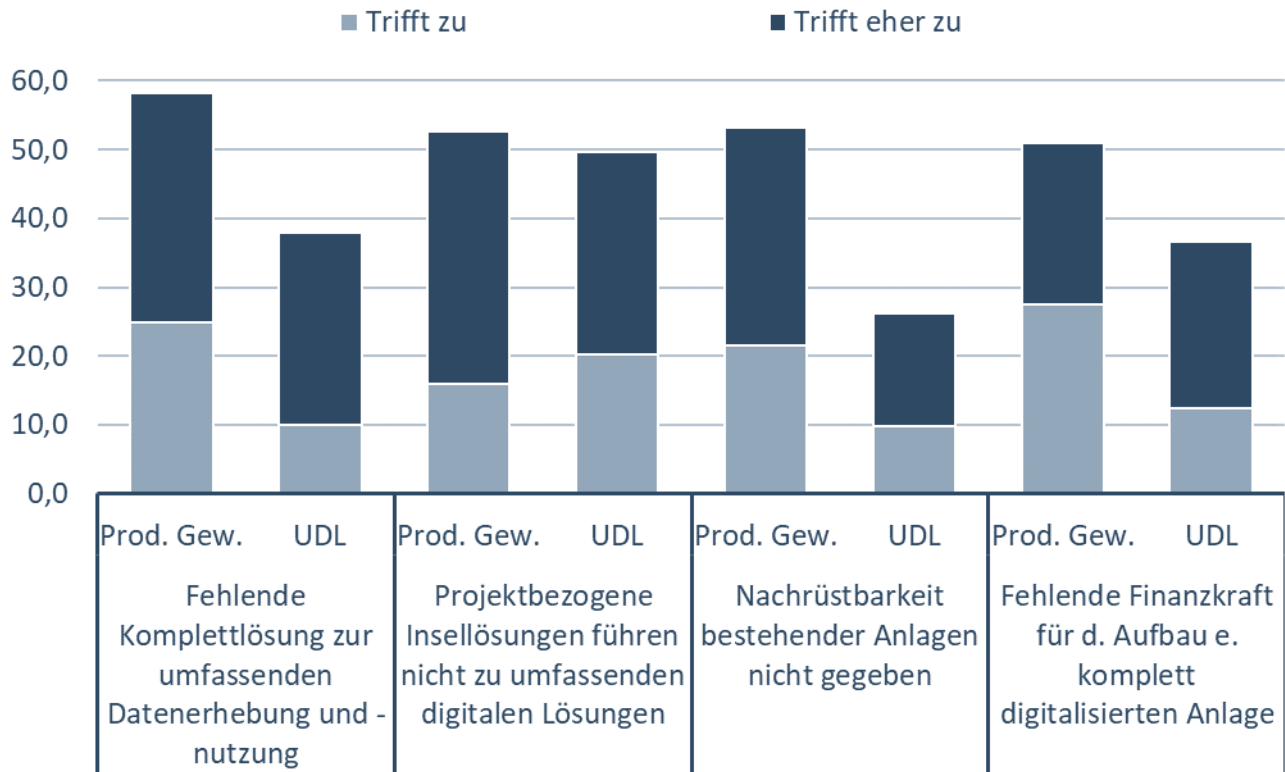
5.2.4 Herausforderungen und Voraussetzungen

Ansatzpunkte für digitale Geschäftsmodelle und Konzepte unternehmerischen Handelns sind prinzipiell alle betrieblichen Prozesse. Je mehr Unternehmensbereiche dabei einbezogen werden, desto größer sind die zu erwartenden Ressourceneffizienzsteigerungen. Idealerweise sollten alle betrieblichen Prozesse einbezogen werden [These 2.2]. Insellösungen führen nur zu begrenzten Ressourceneffizienzsteigerungen und sind zugunsten umfassender Modelle zu vermeiden. Dennoch können Insellösungen auch einen guten ersten Schritt darstellen, der zu einer umfassenden Lösung führen kann. Die Realität sieht bislang jedoch etwas anders aus: In vielen Unternehmen fehlen digitale Komplettlösungen und Insellösungen führen nicht zu einer umfassenden Digitalisierung. Abbildung 5-10 zeigt auch deutlich, dass dies vor allem Themen sind, die die Industrie betreffen:

- In vielen Unternehmen, vor allem in der Industrie, fehlen noch Komplettlösungen zur umfassenden Datenerhebung und -nutzung. Drei Fünftel der Unternehmen des Produzierenden Gewerbes sehen dies als Hemmnis, darunter ein Viertel eindeutig – bei den unternehmensnahen Dienstleistern sind es nur zwei Fünftel der Unternehmen, die hier zumindest eher zustimmen – nur 10 Prozent geben hier klar „zutreffend“ an.
- Mehr als die Hälfte der produzierenden Unternehmen beklagen, dass projektbezogene Insellösungen häufig nicht für spätere umfassende Lösungen sorgen. Bei den unternehmensnahen Dienstleistern ist es etwas weniger als die Hälfte, aber der Anteil derjenigen, die eine eindeutige Zustimmung geben, ist mit 20 Prozent höher als im Produzierenden Gewerbe (16 Prozent):
- Auch die fehlende Finanzkraft für den Aufbau einer komplett digitalisierten Anlage und die fehlende Nachrüstbarkeit bestehender Anlagen stellen Hemmschwellen dar. Jedes zweite Industrieunternehmen kann seine bestehenden Anlagen nicht einfach nachrüsten. Zudem fehlt in jedem zweiten Industrieunternehmen die Finanzkraft für den Aufbau einer komplett digitalisierten Anlage.

Abbildung 5-10: Hemmnisse bei der Umsetzung digitaler Komplettlösungen

Hemmnisse beim Einsatz digitaler Technologien für Ressourceneffizienz, Angaben in Prozent der Unternehmen



Frage: Welche Hemmnisse erfährt Ihr Unternehmen beim Einsatz digitaler Technologien zwecks Steigerung der Ressourceneffizienz? (Vier Antwortkategorien: trifft zu, trifft eher zu, trifft eher nicht zu, trifft nicht zu).

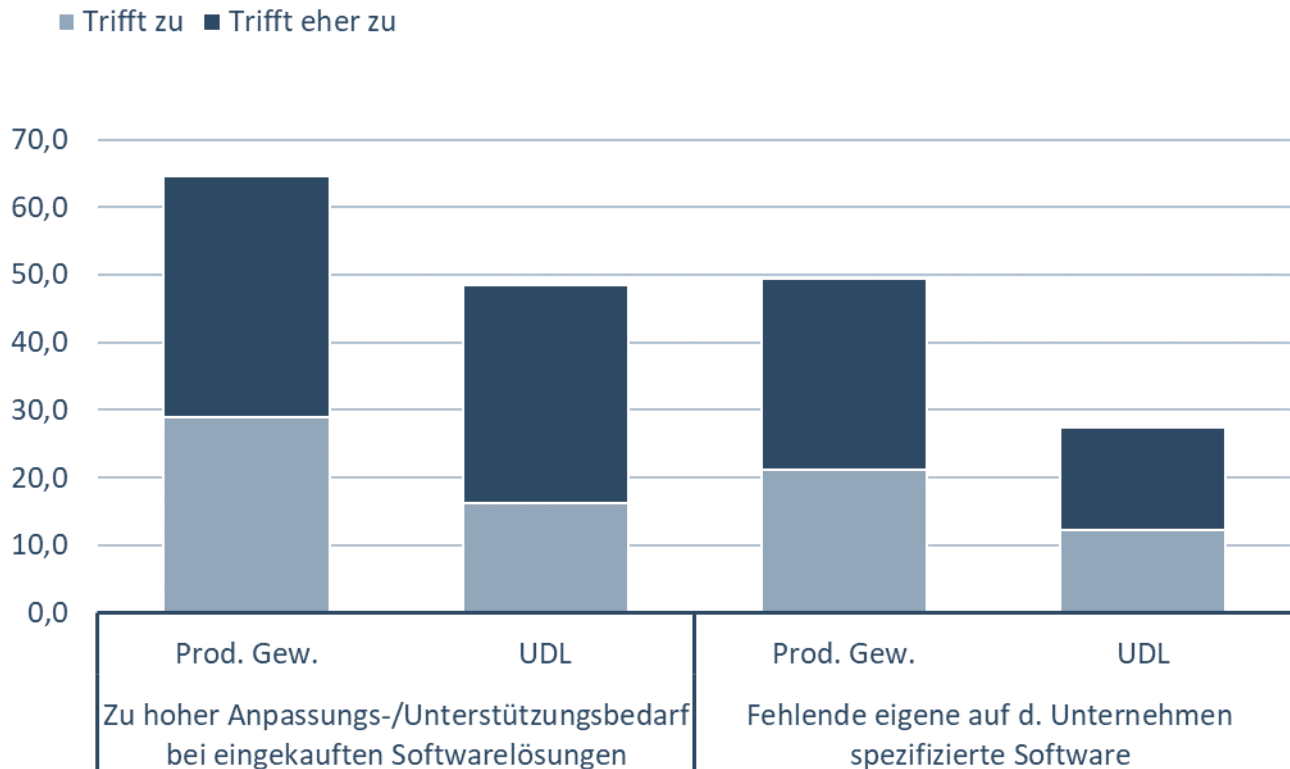
Prod. Gew: Produzierendes Gewerbe, UDL: unternehmensnahe Dienstleistungen

Quelle: IW-Zukunftspanel (2020), eigene Berechnungen

Es fehlt insgesamt noch an passenden Lösungen. Das Ganze beginnt schon damit, dass es oftmals keine passende Softwarelösung gibt. Häufig fehlen eigene auf das Unternehmen spezifizierte Lösungen oder es ist zu aufwändig, eingekaufte Softwarelösungen anzupassen beziehungsweise es ist ein hoher Unterstützungsbedarf erforderlich. Abbildung 5-11 verdeutlicht, dass der hohe Anpassungs- und Unterstützungsbedarf vor allem in der Industrie ein wesentliches Hemmnis ist. Zwei Drittel der produzierenden Unternehmen sehen dieses Hemmnis als zumindest eher zutreffend an, darunter gaben 29 Prozent eindeutig „zutreffend“ an. Jedes zweite Industrieunternehmen beklagt auch, dass ihnen eine eigene, auf das Unternehmen spezifizierte Software fehlt, um digitale Technologien für Ressourceneffizienz einzusetzen. Bei den unternehmensnahen Dienstleistern sind die Zustimmungsquoten jeweils deutlich geringer.

Abbildung 5-11: Fehlende passende Softwarelösungen wirken hemmend

Hemmnisse beim Einsatz digitaler Technologien für Ressourceneffizienz, Angaben in Prozent der Unternehmen



Frage: Welche Hemmnisse erfährt Ihr Unternehmen beim Einsatz digitaler Technologien zwecks Steigerung der Ressourceneffizienz? (Vier Antwortkategorien: trifft zu, trifft eher zu, trifft eher nicht zu, trifft nicht zu).

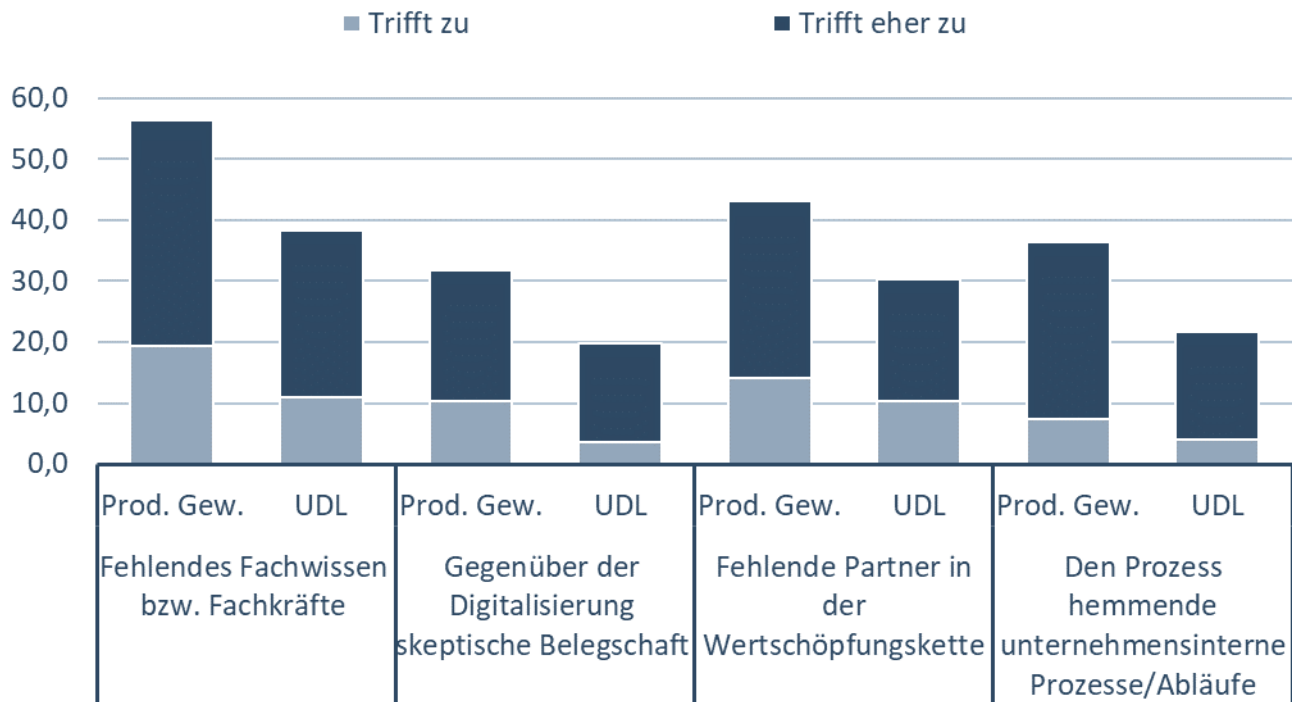
Prod. Gew.: Produzierendes Gewerbe, UDL: unternehmensnahe Dienstleistungen

Quelle: IW-Zukunftspanel (2020), eigene Berechnungen

Einige Unternehmen sehen aber auch Hemmnisse bei der Umsetzung von digitalen Lösungen für Ressourceneffizienz, da es an Know-how und Partnern in der Wertschöpfungskette fehlt. Insbesondere mangelt es in mehr als jedem zweiten Industrieunternehmen an Fachwissen und/oder Fachkräften, aber auch das Fehlen von Partnern in der Wertschöpfungskette wird bei mehr als zwei von fünf Industrieunternehmen als Hemmnis benannt. Bei den unternehmensnahen Dienstleistern werden diese beiden Aspekte seltener genannt. Den Prozess hemmende unternehmensinterne Prozesse/Abläufe sowie Skepsis gegenüber der Digitalisierung in der Belegschaft sind seltener ein Problem in den Unternehmen – am ehesten noch im Produzierenden Gewerbe (Abbildung 5-12).

Abbildung 5-12: Know-how und Partner auch eine Voraussetzung

Hemmnisse beim Einsatz digitaler Technologien für Ressourceneffizienz, Angaben in Prozent der Unternehmen



Frage: Welche Hemmnisse erfährt Ihr Unternehmen beim Einsatz digitaler Technologien zwecks Steigerung der Ressourceneffizienz? (Vier Antwortkategorien: trifft zu, trifft eher zu, trifft eher nicht zu, trifft nicht zu).

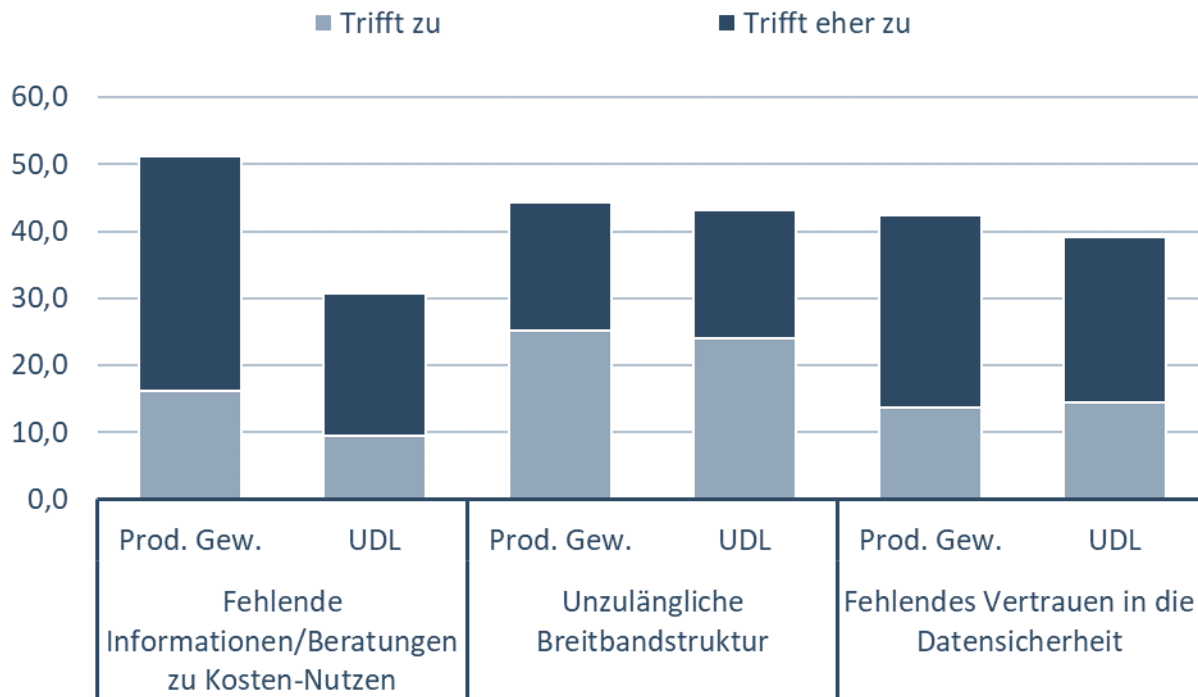
Prod. Gew: Produzierendes Gewerbe, UDL: unternehmensnahe Dienstleistungen

Quelle: IW-Zukunftspanel (2020), eigene Berechnungen

Auch stimmen die Rahmenbedingungen häufig nicht: Themen wie die Breitbandinfrastruktur sowie Datensicherheit sind noch verbesserungswürdig. Gerade für die unternehmensübergreifende Vernetzung in Wertschöpfungsnetzen ist die Datensicherheit ein großes Thema. Zudem ist vielen Unternehmen, vor allem KMU, unklar, wie das Kosten-Nutzen-Verhältnis aussieht, da Informationen und fachkundige Beratungen fehlen (s. Abbildung 5-13).

Abbildung 5-13: Fehlende Information und digitale Infrastruktur

Hemmnisse beim Einsatz digitaler Technologien für Ressourceneffizienz, Angaben in Prozent der Unternehmen



Frage: Welche Hemmnisse erfährt Ihr Unternehmen beim Einsatz digitaler Technologien zwecks Steigerung der Ressourceneffizienz? (Vier Antwortkategorien: trifft zu, trifft eher zu, trifft eher nicht zu, trifft nicht zu).

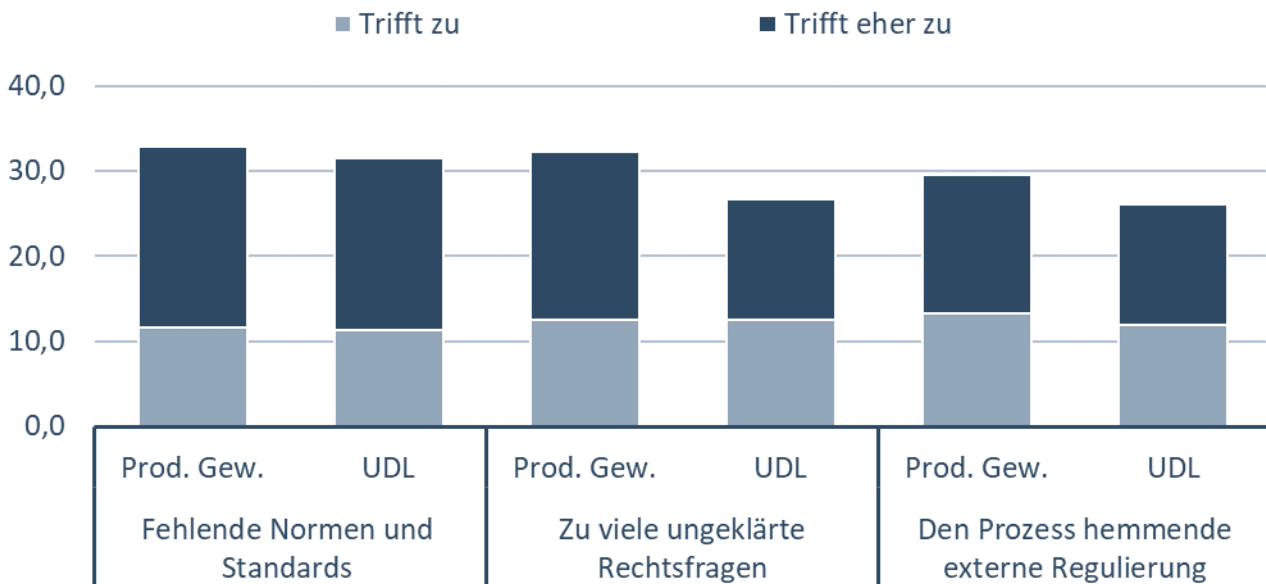
Prod. Gew: Produzierendes Gewerbe, UDL: unternehmensnahe Dienstleistungen

Quelle: IW-Zukunftspanel (2020), eigene Berechnungen

Kein Haupthindernis für die Umsetzung digitaler Lösungen für Ressourceneffizienz sind die gesetzlichen Rahmenbedingungen, aber dennoch konstatieren einige Unternehmen, dass diese noch verbesserbar sind. Vor allem mangelt es den Unternehmen noch an Normen und Standards, die vor allem für betriebsübergreifende Vernetzungen in Wertschöpfungsketten zentral sind. Nur eine Minderheit der Unternehmen glaubt, dass externe Regulierung den Prozess zum Einsatz digitaler Technologien hindert (Abbildung 5-14).

Abbildung 5-14: Gesetzliche Rahmenbedingungen noch verbesserbar

Hemmnisse beim Einsatz digitaler Technologien für Ressourceneffizienz, Angaben in Prozent der Unternehmen



Frage: Welche Hemmnisse erfährt Ihr Unternehmen beim Einsatz digitaler Technologien zwecks Steigerung der Ressourceneffizienz? (Vier Antwortkategorien: trifft zu, trifft eher zu, trifft eher nicht zu, trifft nicht zu).

Prod. Gew: Produzierendes Gewerbe, UDL: unternehmensnahe Dienstleistungen

Quelle: IW-Zukunftspanel (2020), eigene Berechnungen

Die bisherigen Aussagen zu den Voraussetzungen sowie Herausforderungen bei den Unternehmen decken sich auch mit den offen formulierten Wünschen der Unternehmen an die Politik in Bezug auf die Digitalisierung zur effizienten Nutzung von Ressourcen. Diese gute Spiegelung der vorherigen Ergebnisse verdeutlicht den Handlungsbedarf in bestimmten Bereichen. Hierzu haben 430 Unternehmen verschiedene Wünsche formuliert. Da diese Aussagen häufig mehrere Aspekte ansprechen, ergeben sich daraus 554 Themenfelder, bei denen Verbesserungsbedarf gesehen wird. Abbildung 5-15 zeigt zunächst als Wortwolke die 100 meistgenannten Begriffe, die bei diesen offenen Angaben verwendet wurden. Besonders häufig werden Begriffe benutzt, die den Abbau von Bürokratie, aber auch eine bessere digitale Infrastruktur, insbesondere den Netzausbau, sowie den Wunsch nach mehr Standardisierung und bessere Unterstützung, darunter auch Förderung, bei der Umsetzung adressieren.

Abbildung 5-15: Wünsche an die Politik

Die 100 meistgenannten Begriffe in den offenen Angaben als Wortwolke



Quelle: IW-Zukunftspanel (2020), eigene Berechnungen

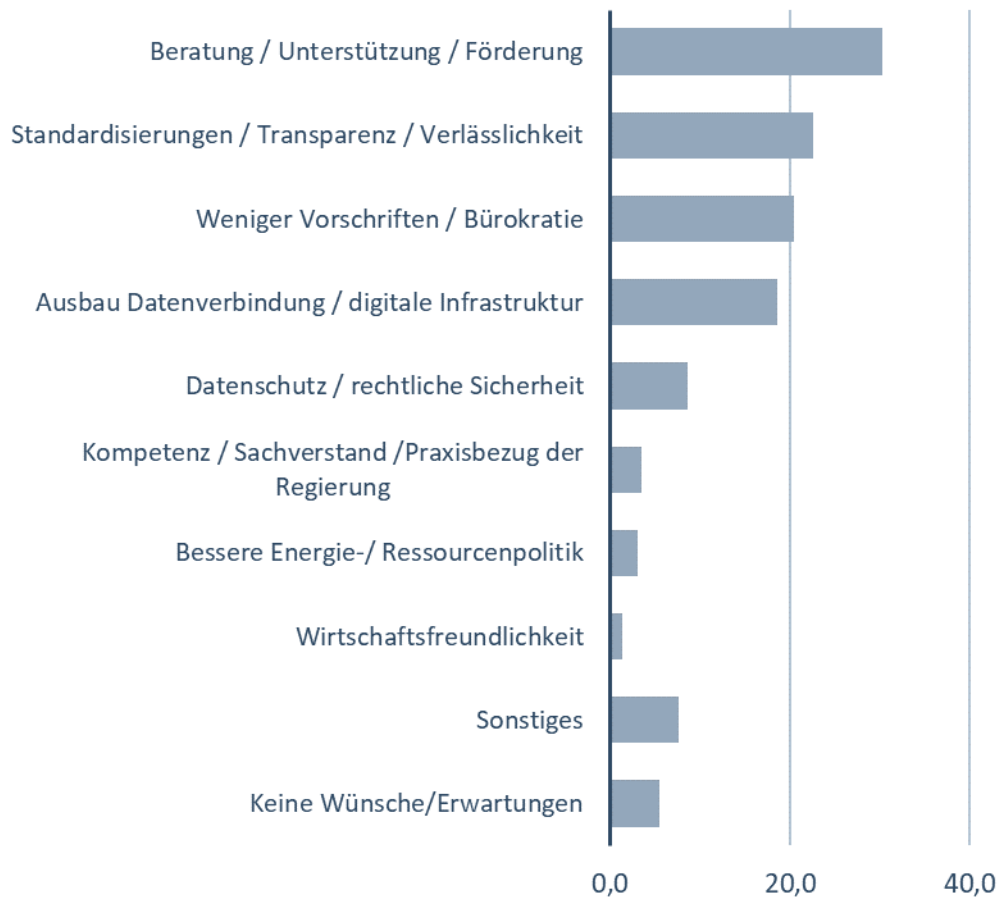
Die wesentlichen Wünsche können in folgenden Oberthemen zusammengefasst werden (Abbildung 5-16):

- **Mehr Informationen, Unterstützung, Förderung und Beratung:** Häufig wird vor allem der Wunsch nach einer besseren allgemeinen Unterstützung formuliert, aber auch die finanzielle Unterstützung über Förderprogramme, insbesondere für KMU, sowie über Steuerentlastungen wird genannt. Ferner wird der Wunsch nach mehr Informationen und dem Ausbau von Qualifizierungsmaßnahmen adressiert.
- **Mehr Standardisierung, Transparenz und Verlässlichkeit:** Ganz vorne steht hier mehr Standardisierung, aber man erhofft sich auch Klarheit und Transparenz sowie eine schnelle und auch verlässliche Umsetzung, nicht zuletzt um die Planbarkeit zu erhöhen.
- **Weniger Vorschriften/Bürokratie:** Die Unternehmen wünschen sich vor allem die Abschaffung von bürokratischen Hürden und komplizierten Vorgaben.

- **Ausbau der digitalen Infrastruktur:** Schneller Ausbau der Datenverbindung (Breitband und 5G) und die Schaffung einer flächendeckenden adäquaten digitalen Infrastruktur, im Sinne „Was bringt mir mein digitalisiertes Unternehmen, wenn meine Kunden auf dem Land kein Internet haben, um meine Produkte zu erwerben?!“.
- **Mehr Datenschutz/rechtliche Sicherheit:** Rechtliche Klarheit, Überarbeitungen an der DSGVO (und damit eine Reduzierung des Verwaltungsaufwands), sodass Datenschutz unter vereinfachten und praxisorientierten Verordnungen möglich ist, aber auch ein höherer Schutz von Daten und vor Cyberangriffen sind die Wünsche der Unternehmen zum Thema Datenschutz /rechtliche Sicherheit.
- **Weitere Wünsche:** Weitere Wünsche beziehen sich vor allem auf Kompetenz, den Sachverstand und den Praxisbezug seitens der Regierung sowie eine bessere Energie-/Ressourcenpolitik. Nur relativ selten wird mehr Wirtschaftsfreundlichkeit gefordert.
- **Keine Wünsche und Erwartungen:** Knapp 6 Prozent hatten keine Wünsche beziehungsweise sehen keinen Handlungsbedarf seitens der Politik.

Abbildung 5-16: Erwartungen der Unternehmen an die Politik

Angaben in Prozent der Unternehmen, Kategorisierung der offenen Angaben, Mehrfachnennungen möglich



Frage: Was wünschen Sie sich von der Politik in Bezug auf die Digitalisierung zur effizienten Nutzung von Ressourcen? (offene Frage)

Gesamt: Produzierendes Gewerbe und unternehmensnahe Dienstleistungen

Quelle: IW-Zukunftspanel (2020), eigene Berechnungen

5.2.5 Zielerreichung im Hinblick auf Ressourceneffizienz und Klimaschutz

Für viele Unternehmen ist wie weiter vorne bereits beschrieben ein wesentliches Kriterium von Effizienzmaßnahmen die Einsparung von Kosten. Ein Unternehmen wird nur digitaler oder ressourceneffizienter, wenn sich die dazu notwendigen Maßnahmen schnell bezahlt machen. Deswegen müssen die gesetzten Ziele der Maßnahmen auch erfüllt werden. Hier besteht jedoch die Gefahr, dass Ressourceneffizienzmaßnahmen einen zu engen Fokus auf einen bestimmten Prozess oder eine Wertschöpfungskette haben und nicht das große Ganze, auch über das Unternehmen hinweg, betrachtet wird [These 1.3].

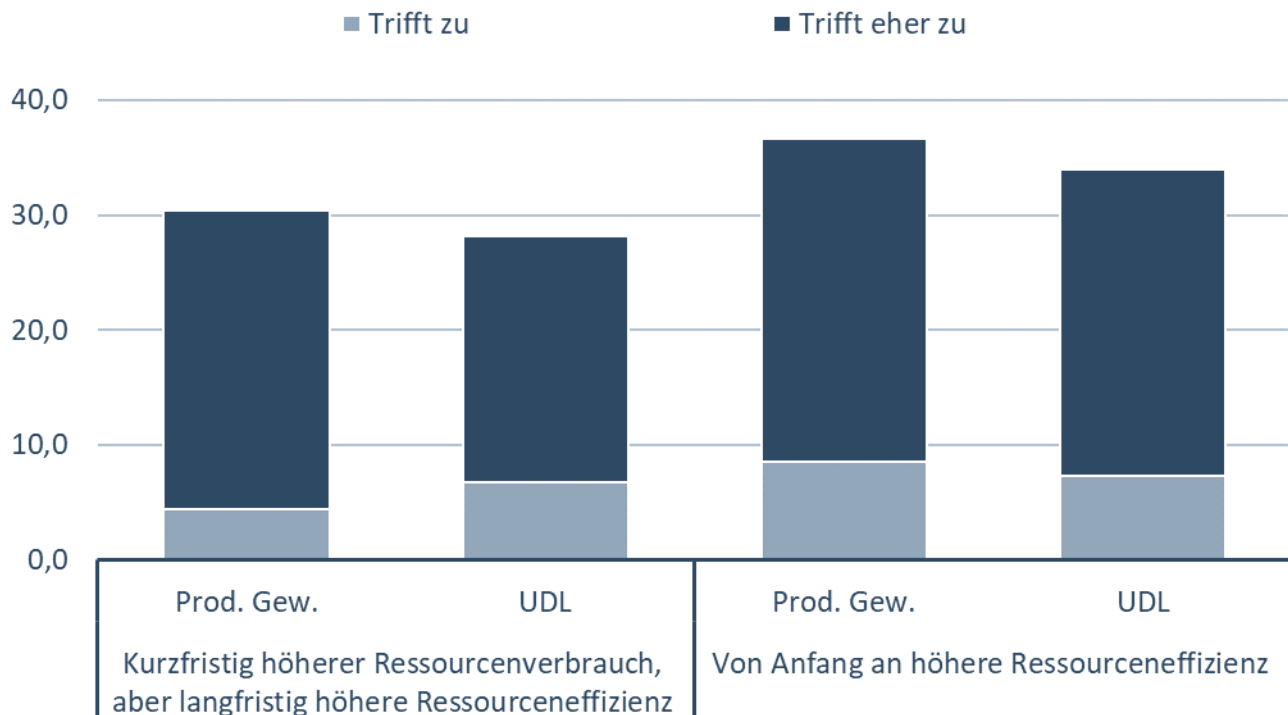
Die Mehrheit der Unternehmen konnte durch die Digitalisierung eine Veränderung im Hinblick auf Ressourceneffizienz feststellen. Nur eine Minderheit der befragten Unternehmen (9 Prozent) stellte durch die Digitalisierung zur Steigerung der Ressourceneffizienz keine Veränderung fest. Im Produzierenden Gewerbe sind es nur 7 Prozent, bei den unternehmensnahen Dienstleistern sind es 10 Prozent. Insbesondere bei den unternehmensnahen Dienstleistungen stellen KMU etwas häufiger keine Veränderungen fest als große Unternehmen. Im Produzierenden Gewerbe geben 14 Prozent der Unternehmen mit geringen Materialeinsparserfolgen an, keine Veränderungen zu konstatieren, diese Quote sinkt auf 3 Prozent, wenn die Unternehmen in den letzten fünf Jahren überdurchschnittlich erfolgreich Material einsparen konnten.

Nur wenige digitalisierte Unternehmen sehen eindeutig den kurzfristigen aber auch den langfristigen Nutzen von Digitalisierung für Ressourceneffizienz (Abbildung 5-17):

- Bei gut einem Drittel der Unternehmen sorgt die Digitalisierung von Anfang an für eine höhere Ressourceneffizienz und zeigt bereits kurzfristig einen Nutzen. Allerdings sind es nur wenige Unternehmen, die hier ein „trifft zu“ angeben; die Mehrheit geben „trifft eher zu“ an. Große Unternehmen, vor allem in der Industrie, sehen deutlich häufiger als kleine und mittel große Unternehmen, dass die Digitalisierung von Anfang an für mehr Ressourceneffizienz sorgt, was sich vor allem in den „eher zutreffend“ Quoten auswirkt.
- Die Digitalisierung kann jedoch auch zunächst kurzfristig für einen höheren Ressourcenverbrauch sorgen, aber sich dann langfristig auszahlen. Drei von zehn Unternehmen fanden die Aussage „Die Digitalisierung sorgt kurzfristig für einen höheren Ressourcenverbrauch, aber langfristig für höhere Ressourceneffizienz“ für sich zumindest in den meisten Fällen eher zutreffend. Dies gilt sowohl für das Produzierende Gewerbe als auch für die unternehmensnahen Dienstleister. Erfolgreich materialeinsparende Unternehmen sowohl im Produzierenden Gewerbe als auch im unternehmensnahen Dienstleistungssektor sehen auch eher als weniger erfolgreiche Unternehmen, dass kurzfristig ein höherer Ressourcenverbrauch vonnöten sein kann, um langfristig höhere Ressourceneffizienz zu erreichen.

Abbildung 5-17: Kurz- und langfristiger Nutzen der Digitalisierung

Angaben in Prozent der digitalisierten Unternehmen nach Branchengruppen



Frage: Inwieweit wird eine Steigerung der Ressourceneffizienz in Ihrem Unternehmen durch die Digitalisierung erreicht? (Vier Antwortkategorien: trifft zu, trifft eher zu, trifft eher nicht zu, trifft nicht zu).

Prod. Gew.: Produzierendes Gewerbe, UDL: unternehmensnahe Dienstleistungen

Quelle: IW-Zukunftspanel (2020), eigene Berechnungen

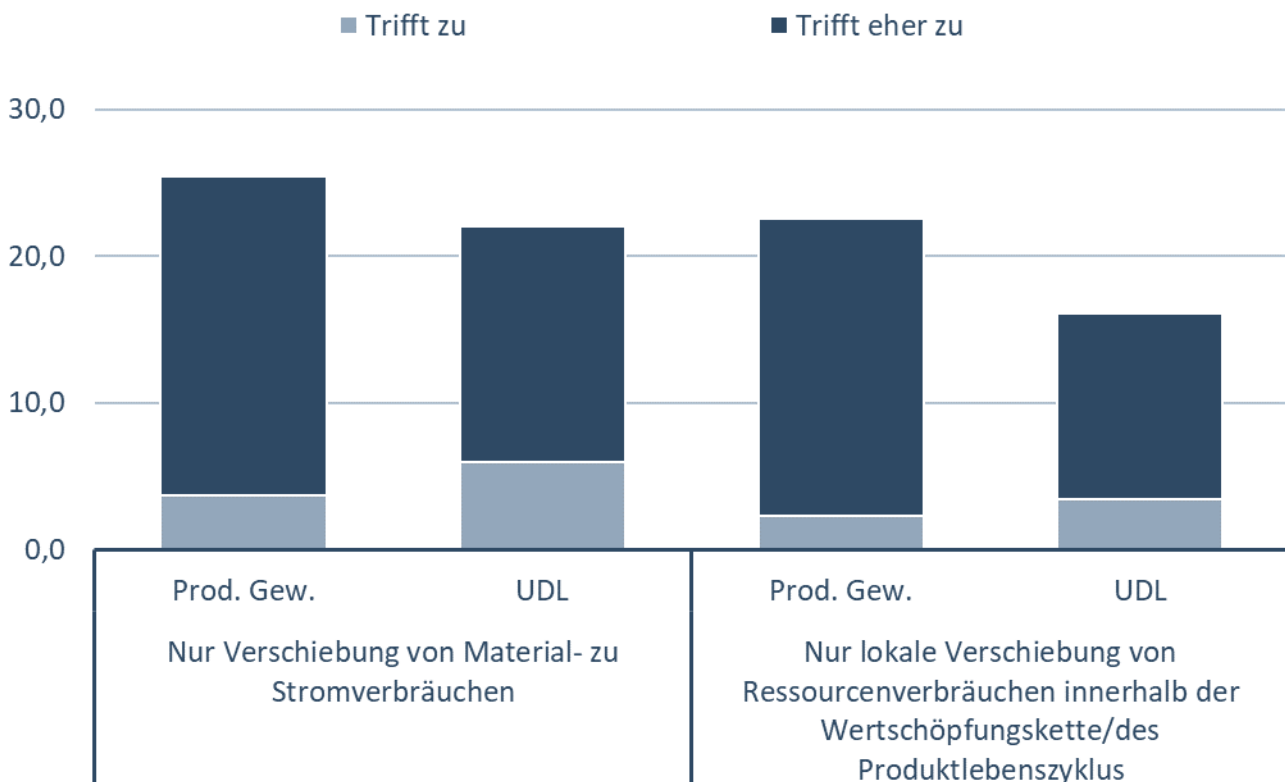
Deutlich seltener werden die Aussagen, dass die Digitalisierung nur zu lokalen Verschiebungen entlang der Wertschöpfungskette/des Produktlebenszyklus führt oder lediglich eine Verschiebung von Material- zu Stromverbräuchen stattfindet, bestätigt (Abbildung 5-18):

- Lediglich ein Viertel der Unternehmen gibt an, dass die Maßnahmen den Ressourcenverbrauch eher umschichten beispielsweise von geringeren Material- zu höheren Stromverbräuchen. Nur etwa 5 Prozent stimmen dieser Aussage klar zu. Die Mehrheit der Unternehmen sieht hier keine Probleme. Bei Materialeinsparungen unterdurchschnittlich erfolgreiche Unternehmen haben hier deutlich geringere Zustimmungsquoten, aber es sind vor allem die durchschnittlichen Materialeinsparer im Produzierenden Gewerbe, die der Aussage eher zustimmen als erfolgreiche Materialeinsparer. KMU sehen hier öfter ein Problem als große Unternehmen. Vor allem im Dienstleistungssektor wird das bei großen Unternehmen kaum als Problem wahrgenommen.
- Auch gibt nur eine Minderheit der Unternehmen – 23 Prozent im Produzierenden Gewerbe und 16 Prozent bei den unternehmensnahen Dienstleistern – zumindest „eher zutreffend“ an, dass sich Ressourcen auch innerhalb einer Wertschöpfungskette oder eines

Produktlebenswegs lediglich lokal verschieben. Hier zeigen sich keine relevanten Unterschiede nach Größe des Unternehmens. Die Mehrheit der Unternehmen sieht hier keine Verschiebungen entlang ihrer Wertschöpfungskette. Auch hier zeigt sich, dass es vor allem die bei Materialeinsparungen durchschnittlich erfolgreichen Unternehmen sind, die dieser Aussage eher zustimmen als andere Unternehmen.

Abbildung 5-18: Verschiebungen durch die Digitalisierung

Angaben in Prozent der digitalisierten Unternehmen nach Branche



Frage: Inwieweit wird eine Steigerung der Ressourceneffizienz in Ihrem Unternehmen durch die Digitalisierung erreicht? (Vier Antwortkategorien: trifft zu, trifft eher zu, trifft eher nicht zu, trifft nicht zu).

Prod. Gew.: Produzierendes Gewerbe, UDL: Unternehmensnahe Dienstleistungen

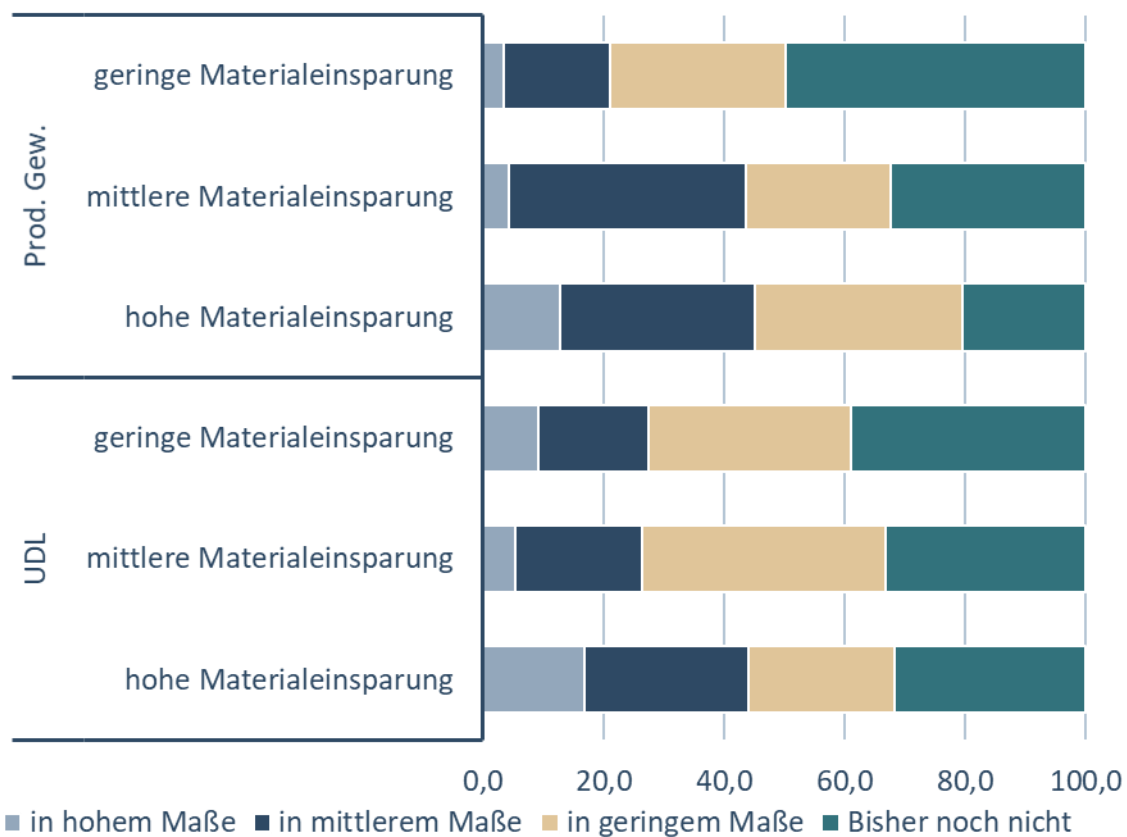
Quelle: IW-Zukunftspanel (2020), eigene Berechnungen

Die Digitalisierung kann auch positive Effekte für den Klimaschutz haben. Allerdings gibt nur rund ein Drittel der Unternehmen an, dass die Digitalisierung im Kontext von Ressourceneffizienz den Klimaschutz in mittlerem bis hohem Maße fördert – weniger als 10 Prozent geben hier „in hohem Maße“ an. Etwa ein Drittel – im Produzierenden Gewerbe sind es etwas mehr mit 37 Prozent – gaben an, dass dies bislang noch nicht der Fall ist. Es zeigt sich auch, dass im Produzierenden Gewerbe eher große Unternehmen zumindest in mittlerem Maße den Klimaschutz gefördert sehen als KMU. Bei den unternehmensnahen Dienstleistern ist es andersherum. Unternehmen mit überdurchschnittlichen Materialeinsparererfolgen konnten eher durch

digitalisierte Ressourceneffizienzmaßnahmen auch den Klimaschutz befördern als weniger erfolgreiche Unternehmen. Gleichzeitig fällt vor allem im Produzierenden Gewerbe deutlich der Anteil der Antworten, dass der Klimaschutz bislang nicht durch die Digitalisierung im Kontext von Ressourceneffizienz gefördert wird, mit zunehmenden Materialeinsparerfolg (Abbildung 5-19).

Abbildung 5-19: Förderung des Klimaschutzes durch Digitalisierung für Ressourceneffizienz

Angaben in Prozent der Unternehmen mit digitalisierten Ressourceneffizienzmaßnahmen



Frage: Inwieweit wird der Klimaschutz durch die Digitalisierung im Kontext von Ressourceneffizienz in Ihrem Unternehmen gefördert? (Vier Antwortkategorien: in hohem Maße, in mittlerem Maße, in geringem Maße, bisher noch nicht).

Prod. Gew.: Produzierendes Gewerbe, UDL: unternehmensnahe Dienstleistungen

Quelle: IW-Zukunftspanel (2020), eigene Berechnungen

Zusammengefasst kann gesagt werden, dass die Antworten auf die Fragen zur möglichen Zielerreichung verdeutlichen, dass vielen Unternehmen der Nutzen der Digitalisierung für Ressourceneffizienz häufig noch unklar ist. Dies liegt sicherlich an fehlenden Informationen zu Kosten und Nutzen der Digitalisierung im Kontext von Ressourceneffizienz. Es zeigt sich auch, dass Unternehmen, die bereits erfolgreich Material einsparen, hier eher die Möglichkeiten erkennen.

Expertenworkshop 1

- Die Teilnehmer des ersten Expertenworkshops waren sich einig darüber, dass Ressourceneffizienz grundsätzlich und über den gesamten Produktlebenszyklus im Unternehmen betrachtet werden muss. Hier können Digitalisierungsprozesse unterstützen, da Digitalisierung Ressourceneffizienz messbar und Einsparpotenziale umsetzbar macht [These 1.2].
- Geteilt waren die Meinungen in Themenforum 2, ob für Ressourceneffizienz alle betrieblichen Prozesse einbezogen werden müssen. Grundsätzlich ist die Zusammenarbeit über beziehungsweise in allen Bereichen innerhalb eines Unternehmens wichtig. Ressourceneffizienz-Governance ist wichtig und sollte ein strategisches unternehmerisches Ziel sein. Es ergeben sich durch die Digitalisierung positive Skaleneffekte für die Ressourceneffizienz, die jedoch schwer messbar sind. Die Umsetzung einer Komplettlösung sorgt zunächst für höhere Investitionen und Humankapital für die Zukunft. Dabei ist unsicher, ob man dadurch auch wirklich höhere Ressourceneffizienz erreichen wird. Häufig überfordern solche Komplettlösungen KMU aufgrund der Komplexität. Zudem ist die Zusammenarbeit zwischen Unternehmen zentral, aber Transparenz und Effizienz bedeuten insbesondere für KMU auch Kostendruck. Einerseits sollten Synergieeffekte insgesamt besser genutzt werden, gleichzeitig sollten Unternehmen in früheren Wertschöpfungsstufen nicht dafür bestraft werden, indem Kostenreduktionen gefordert werden.
- KMU sind nicht per se besser aufgestellt. Je nach Konstellation können sie Treiber sein, sowie agiler und flexibler agieren. Häufig fehlen jedoch Ressourcen in Fachexpertise oder notwendige Investitionsmittel, während größere Unternehmen auch bei der Digitalisierung Größenvorteile nutzen können. Im Endeffekt kommt es auf die Branche und nicht zuletzt auf die spezifische Konstellation eines Netzwerks an, ob KMU eher profitieren können oder nicht.

Expertenworkshop 2

Die Experten identifizierten folgende **Hemmnisse** für Ressourceneffizienz durch Digitalisierung:

- Return on Investment ist entscheidendes Kriterium (Unterschiede in der Fristigkeit je nach Inhaberstruktur).
- Häufig sind Kriterien wie Effizienz, Produktivität und Ausfälle relevantere unternehmerische Kriterien.
- Effizienzverbesserungen finden in der Regel produktbezogen statt.
- Ressourceneffizienz und Digitalisierung werden in den meisten Unternehmen getrennt gedacht, in unterschiedlichen Abteilungen und von unterschiedlichen Altersgruppen.
- Überwachung/Sensorik oder auch Additive Manufacturing werden häufig nicht im Zusammenhang von Ressourceneffizienz und Digitalisierung gesehen.

- Häufig werden die Potenziale für Ressourceneffizienz beispielsweise durch eine Echtzeitüberwachung aber auch durch additive Fertigung oder einen digitalen Zwilling noch nicht erkannt. Große Unternehmen wie Siemens/Bosch bieten für KMU hier Lösungen an.
- Zudem wird die Rolle von Plattformen im Kontext von Rohstoffen und Sekundärrohstoffen noch nicht gesehen.

Experteninterviews

- Zentral ist, dass Digitalisierung ganzheitlich und strukturiert zusammengeführt gedacht wird und es keine Inseln der Datensammlung/-auswertung von verschiedenen Prozessen mehr gibt. Wichtige Schlagwörter sind hier Durchgängigkeit aller Prozesse, Transparenz und Vergleichbarkeit über Standards. Die digitale Fabrik kann diese Anforderungen erfüllen. Allerdings wurde auch angemerkt, dass eine dezentrale Datenerfassung in den einzelnen Unternehmensbereichen auch sinnvoll sein kann, solange es gemeinsame Standards gibt.
- An verschiedenen Stellen wurde von den Experten die Wichtigkeit der Simulation hervorgehoben. Für eine ressourceneffiziente Produktionsplanung und Produktentwicklung spielt der digitale Zwilling eine wichtige Rolle. Er kann auch dazu beitragen, dass weniger physisch im Labor getestet werden muss, sondern über die virtuelle Simulation viele Möglichkeiten der Optimierung des Materialmixes oder der Reduktion des Materialinputs durchgespielt werden können.
- Legacy Systeme und Strukturen sind das größte Hemmnis für eine durchgängige Digitalisierung der Prozesse. Denn die Umrüstung von Bestandsanlagen mit digitaler Technik wie Sensorik ist wesentlich anspruchsvoller als die Entwicklung von Neuanlagen. Entscheidend für den Erfolg von Digitalisierung als Enabler für Ressourceneffizienz war bei einigen Unternehmen die Möglichkeit, „from scratch“ eine neue Fertigung aufzusetzen.
- Als Hemmnisse werden auch die fehlende „Power“ genannt – das kann Abhängigkeit von externem Know-how beziehungsweise es können fehlende Kompetenzen sein, aber auch der notwendige lange Atem und eine bestimmte Risikobereitschaft. Genannt wurde auch das Problem der fehlenden Offenheit/Akzeptanz bei Kunden, beispielsweise für Cloud-Lösungen, um eine durchgängige Digitalisierung hinzubekommen. Hier sind eine bessere Rechtsicherheit und Datenschutz wichtig.
- Die richtige Software spielt eine entscheidende Rolle für die erfolgreiche Umsetzung der gesteckten Ziele, allerdings stellt die Softwareentwicklung auch einen großen Kostenfaktor dar. Auch diskutiert wurde die Problematik der Abhängigkeit von eingekaufter Software, da hier viel Support und nachträgliche Individualisierung der gekauften Lösungen notwendig ist, was Zeit und Geld kostet. Ein Experte ist sogar der Meinung, wer digitaler Champion werden will, muss eigene Lösungen entwickeln und für sein Geschäftsmodell nutzen.

- Digitalisierung kann aber auch eine wichtige Rolle einnehmen, wenn es darum geht, möglichst sinnvolle und effiziente Standards und Kennzeichnungen von (recyclten) Materialströmen zu entwickeln. Die virtuelle Simulation, vor allem der digitale Zwilling, ist wesentlich für eine ressourceneffiziente Produktionsplanung und Produktentwicklung, da durch sie auch aufwendige Labortests eingespart werden können.

5.3 Außendarstellung von Unternehmen mit den Themen Ressourceneffizienz und Digitalisierung

5.3.1 Außensicht aus der Branchen- und Größenperspektive

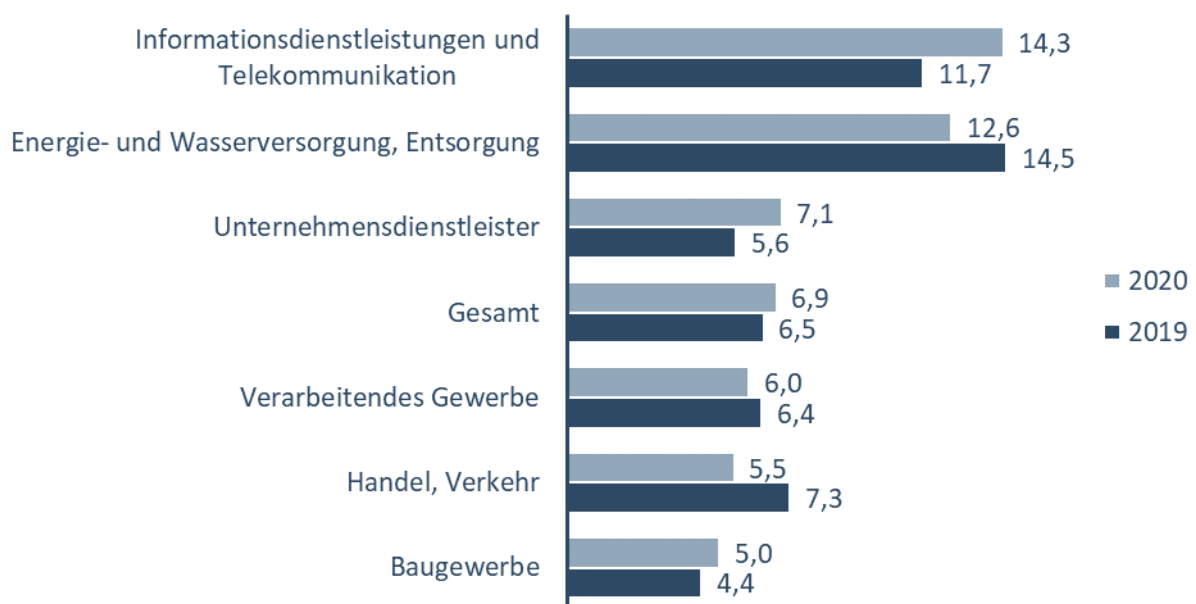
Die Ergebnisse des IW-Zukunftspanels zeigen die Relevanz des Themas Digitalisierung für Ressourceneffizienz in der innerbetrieblichen Praxis. Digitalisierung und Ressourceneffizienz werden bislang noch selten gemeinsam in der Außenkommunikation (Webseite) der Unternehmen dargestellt, gewinnen jedoch immer mehr in der Außendarstellung der Unternehmen an Bedeutung. Zur Gewinnung dieses Ergebnisses wurde ein Webcrawling durchgeführt (siehe auch 2.4). So wurden Mitte 2020 auf insgesamt rund 6,9 Prozent aller Unternehmenswebseiten ein Bezug zu den Themen Ressourceneffizienz und Digitalisierung gefunden. Das sind 0,4 Prozentpunkte mehr als noch vor einem Jahr (Abbildung 5-20). Dabei war jedoch keine einheitliche Entwicklung in den Wirtschaftsbereichen zu beobachten:

- Bei Unternehmen aus dem Bereich Energie- und Wasserversorgung sowie Entsorgung wurden Mitte 2020 bei rund jedem achten Unternehmen beide Themen auf der Webseite adressiert. Mitte 2019 lag der Anteil noch bei 14,5 Prozent. Damit landet der Wirtschaftsbereich nur noch auf dem zweiten Rang nach den Unternehmen der IKT-Branche. Beide Branchen liegen jedoch zu den beiden erfassten Zeitpunkten deutlich über dem Durchschnitt der gewerblichen Wirtschaft in Deutschland. Diese überdurchschnittlichen Anteile der beiden Branchen sind schon deshalb zu erwarten, weil beide Branchen ein hohes wirtschaftliches Eigeninteresse an den Themen Digitalisierung und Ressourceneffizienz besitzen. So wirkt sich etwa ein effizienter Einsatz von Rohstoffen in der Energiebranche unmittelbar auf die Profitabilität des Unternehmens aus. Auch bei den Kunden der Versorgungsunternehmen spielt das Thema Nachhaltigkeit in der Kommunikation eine immer wichtigere Rolle. So nutzen nach einer aktuellen Umfrage des Stromanbieters E.ON (2020) 30,1 Prozent der Bürger in Deutschland Ökostromtarife. Für 63,8 Prozent der befragten Bürger war ein solcher Tarif interessant. Auch die Nutzung digitaler Tools wie Smart Meter oder Smart Grids spielt bei vielen Energieversorgern eine wichtige Rolle.
- Der Anteil der Unternehmen mit Bezug auf beide Themenfelder stieg bei Informationsdienstleistungsunternehmen und Telekommunikationsunternehmen von 11,7 Prozent auf 14,3 Prozent. Auch bei Unternehmensdienstleistern und dem Baugewerbe konnte ein Anstieg registriert werden. Dagegen fiel der Anteil der Unternehmen, bei denen beide Themenfelder auf der Webseite registriert werden konnten in den anderen Wirtschaftsbereichen. Die überdurchschnittlich hohe Affinität der Unternehmen der IKT-Dienstleistungsbranche (ohne Medien und Verlage) lässt sich vor allem mit deren Produktportfolio erklären. So soll

durch digitale Dienste vielfach die Effizienz von Produkten und Prozessen verbessert werden. Ein Ziel hierbei kann eine entsprechende Schonung von Ressourcen sein. Weiterhin äußerst selten werden die beiden Themengruppen bei Unternehmen der Bauwirtschaft genannt. Dabei bieten Tools wie das „Building Information Modelling“ hier sowohl für die generelle Effizienz des Unternehmens als auch für die Ressourceneffizienz große Potentiale. Mit 5,0 Prozent der Unternehmen ist hier im Vergleich zum Vorjahr ein leichter Anstieg festzustellen. Wie in allen Branchen werden auch im Bau die erfassten Anteile der affinen Unternehmen maßgeblich von der großen Zahl kleiner und mittelständischer Unternehmen beeinflusst.

Abbildung 5-20: Verbreitung in der betrieblichen Wirtschaft

Angaben in Prozent der Unternehmen mit eigener Webseite, die sowohl Themen der Ressourceneffizienz als auch der Digitalisierung behandeln.



Gesamt: Betriebliche Wirtschaft ohne Agrarsektor, Bergbau, Groß- und Einzelhandel, Finanz und Versicherungsbranche sowie Gastgewerbe

Quelle: beDirect (2020, 2019), eigene Berechnungen IW Consult

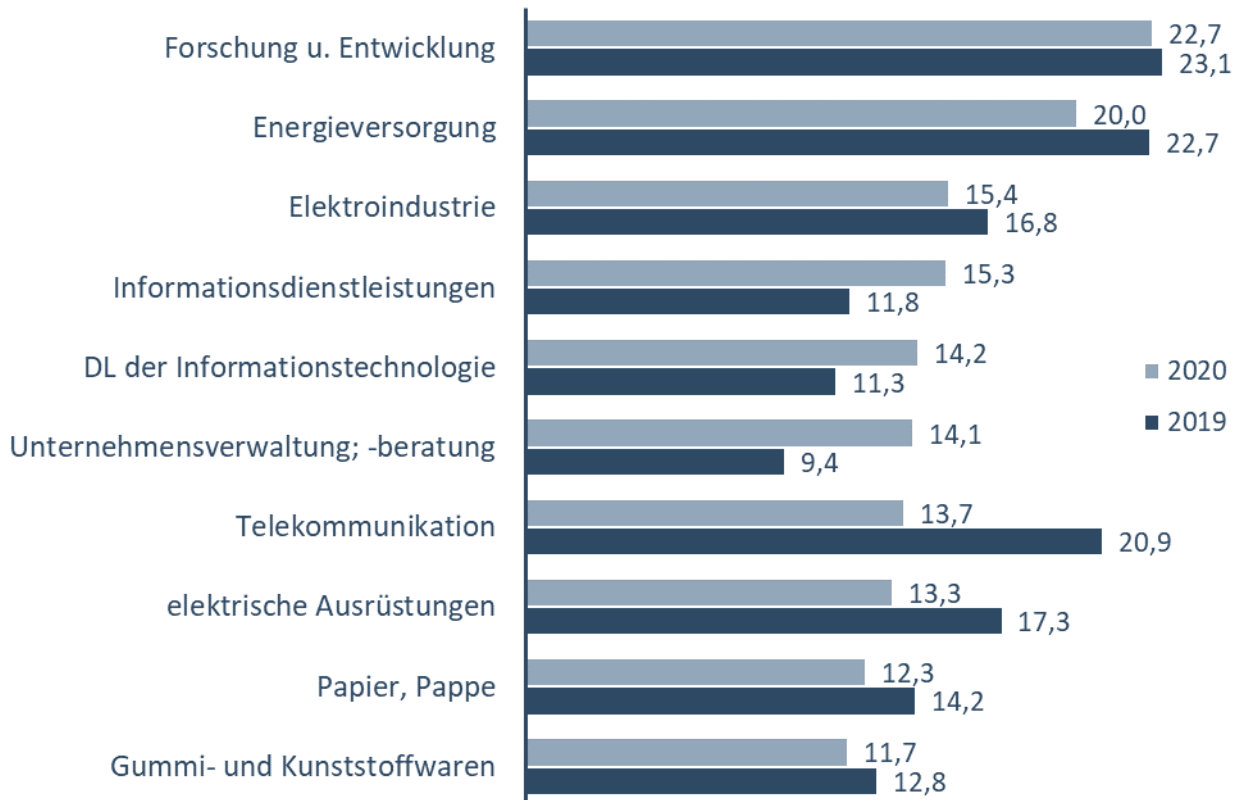
Bei den Unternehmen des Verarbeitenden Gewerbes nennen mit durchschnittlich 6,0 Prozent der Unternehmen Mitte 2020 eine leicht geringere Anzahl an Betrieben sowohl Themen der Ressourceneffizienz als auch der Digitalisierung auf ihrer Webseite. Die Elektroindustrie besitzt dabei mit einem Anteil von 15,4 Prozent der Unternehmen die höchste durchschnittliche Affinität zu diesen Begriffen unter den Branchen des Verarbeitenden Gewerbes. Insgesamt liegt sie damit bei der Betrachtung der Wirtschaftszweige (WZ 2-Steller) auf Rang vier (Abbildung 5-21):

- Die Elektroindustrie ist hier insofern besonders affin, da sie sowohl was den Digitalisierungsgrad ihrer eigenen Prozesse als auch den Anteil datengetriebener Wertschöpfung an ihren Produkten angeht einen besonders hohen Anteil besitzt (Fritsch und Lichtblau 2020).

- Andere Branchen mit einer hohen Affinität zu Digitalisierung und Ressourceneffizienz des Verarbeitenden Gewerbes innerhalb der Top 10-Branchen kommen dagegen potenziell eher von der Anwenderseite, die Digitalisierung zur Steigerung von Ressourceneffizienz nutzen. Gerade die Papierindustrie kann hier als energieintensives Produzierendes Gewerbe verschiedene eigene Potenziale heben.
- Auch die Energieversorger auf Platz zwei sind tendenziell eher auf der Anwenderseite zu vermuten. Bei Ihnen nennt rund jedes fünfte Unternehmen auf seiner Webseite Themen der Ressourceneffizienz und der Digitalisierung.
- Mit 22,7 Prozent der Unternehmen liegt die Branche Forschung und Entwicklung auch Mitte 2020 wieder auf dem Spitzenplatz in Deutschland. Dies ist insofern nicht überraschend, als dass die Digitalisierung schon länger in den verschiedenen Forschungsdisziplinen eine wichtige Rolle spielt. Auch Themen rund um die Ressourceneffizienz sind in immer mehr wissenschaftlichen Disziplinen von Bedeutung.
- Interessant ist zudem zu sehen, dass Mitte 2020 die Zahl der Firmen aus der Unternehmensberatung, die sowohl Digitalisierung als auch Ressourceneffizienzthemen auf ihrer Webseite nennen, besonders stark gestiegen ist. Das Kommunizieren von Beratungsangeboten hinsichtlich dieser Themen spiegelt potenziell eine gesteigerte Nachfrage in der deutschen Wirtschaft nach solchen Beratungsdienstleistungen wider.

Abbildung 5-21: Verbreitung in der betrieblichen Wirtschaft – Top 10-Branchen

Angaben in Prozent der Unternehmen mit eigener Webseite, die sowohl Themen der Ressourceneffizienz als auch der Digitalisierung behandeln; die Wirtschaftszweige mit dem höchsten Anteil an Unternehmen mit Themennennung



Quelle: beDirect (2020, 2019), eigene Berechnungen IW Consult

Zur Verbesserung der Nachhaltigkeitskennzahlen der deutschen Volkswirtschaft müssen nicht nur große Unternehmen sondern auch kleine und mittlere Unternehmen ihre Aktivitäten weiter intensivieren. Abbildung 5-22 zeigt die Nennung von Themen der Digitalisierungs- und Ressourceneffizienz auf den Webseiten der Unternehmen differenziert nach der Mitarbeiterzahl des Unternehmens:

- Dabei zeigt sich, dass große und mittlere Unternehmen seit dem letzten Jahr die Themen deutlich präsenter nach außen hin kommunizieren. So stieg der Anteil bei großen Unternehmen von 27,2 Prozent im Jahr 2019 auf 38,1 Prozent Mitte 2020. Bei Unternehmen mit 50 bis 249 Mitarbeitern stieg der Anteil von 13,8 auf 22,1 Prozent.
- Bei kleinen Unternehmen bis 49 Mitarbeiter blieb der Anteil dagegen konstant bei rund 6 Prozent.

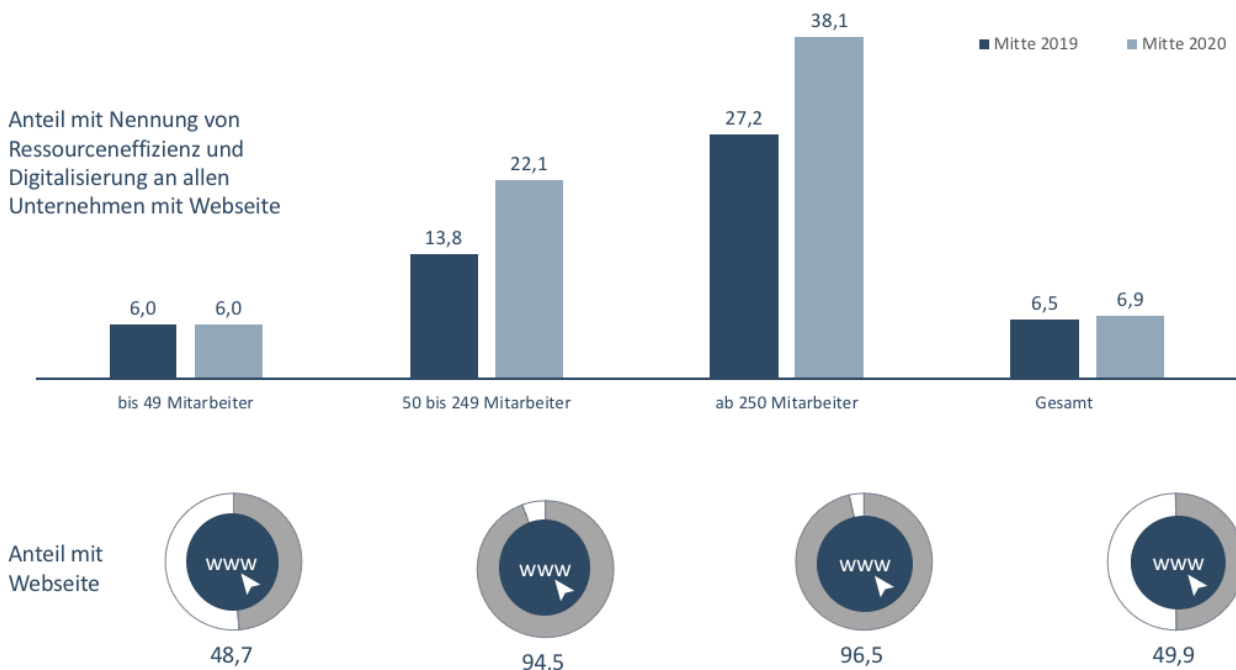
Der bereits im letzten Jahr beobachtete Trend der Zunahme der Bedeutung von Themen der Ressourceneffizienz und Digitalisierung mit steigender Größe des Unternehmens hat sich somit weiter verstärkt. Je größer ein Unternehmen ist, desto bedeutender scheinen die Themen im

Durchschnitt für das Unternehmen zu sein und desto offensiver kommunizieren die Unternehmen die eigenen Fortschritte auch aktiv nach außen.

Die geringe Dynamik bei kleinen Unternehmen unterstreicht die Bedeutung von Fördermodellen zu den Themen Ressourceneffizienz und Digitalisierung. Nimmt man das Vorhandensein einer eigenen Webseite als Indikator für ein grundlegendes Digitalisierungsniveau, zeigt sich, dass hier bei vielen kleinen Unternehmen noch Handlungsbedarf besteht. Während rund 95 Prozent der Unternehmen ab 50 Mitarbeitern eine eigene Webseite besitzen, liegt der Anteil bei Unternehmen bis 49 Mitarbeiter nur bei rund 50 Prozent.

Abbildung 5-22: Verbreitung in der betrieblichen Wirtschaft nach Größenklassen

Angaben in Prozent der Unternehmen mit eigener Webseite, die sowohl Themen der Ressourceneffizienz als auch der Digitalisierung behandeln.



Quelle: beDirect (2020, 2019), eigene Berechnungen, IW Consult

5.3.2 Außensicht nach regionaler Verortung

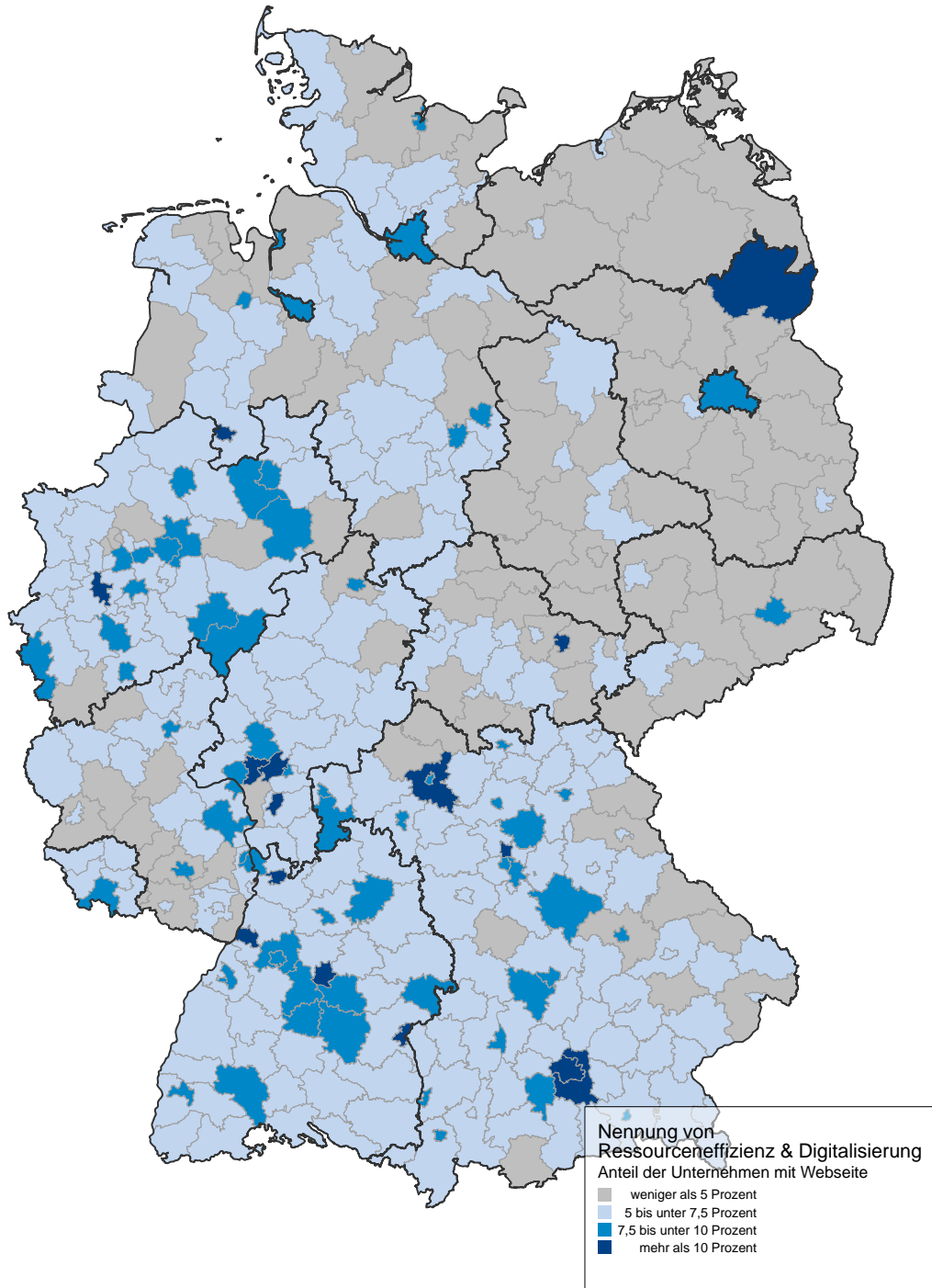
Betrachtet man die Anteile der Unternehmen, die sich mit den Themen Ressourceneffizienz und Digitalisierung beschäftigen, differenziert nach der regionalen Verortung der Unternehmen, zeigen sich keine zentralen Unterschiede auf Bundesländerebene. Zwar ist die entsprechende Affinität der Unternehmen in den Kreisen in Ostdeutschland tendenziell etwas schwächer ausgeprägt, mit über 10 Prozent der Unternehmen sticht aber beispielsweise die Uckermark besonders positiv heraus (Abbildung 5-23). In der Region haben sich etwa verschiedene Betriebe der Energiewirtschaft zu den Themen Nachhaltigkeit und Digitalisierung im letzten Jahr positioniert.

Deutlich zu erkennen ist eine stärkere Konzentration von Unternehmen mit Ressourceneffizienz und Digitalisierungsthemen in den urbanen Regionen Deutschlands. Von den 15 Regionen mit dem höchsten Anteil an affinen Unternehmen von über 10 Prozent der Unternehmen entfallen elf auf Kreisfreie Städte. Mit den Landkreisen Schweinfurt, dem Main-Taunus-Kreis sowie dem Landkreis München sind zudem drei Landkreise enthalten, die im Speckgürtel von Ballungsgebieten liegen. Ein möglicher Grund für diese Konzentration in den Ballungsgebieten, könnte in den jeweiligen Branchenstrukturen der Regionen liegen. So sind Institute für Forschung und Entwicklung tendenziell eher in den Städten mit eigenen Universitäten anzutreffen. Auch Unternehmen der Informations- und Kommunikationstechnik sind in den Städten deutlich häufiger anzutreffen als auf dem Land. Beide Branchen haben augenscheinlich den relativ gesehen höchsten Anteil an Unternehmen, die sich mit Ressourceneffizienz und Digitalisierung beschäftigten.

Zudem fällt auf, dass wichtige Industriestandorte wie etwa Wolfsburg, Braunschweig, Stuttgart, Ingolstadt oder Jena einen überdurchschnittlich hohen Anteil an Unternehmen besitzen, die in den beiden Themenfeldern aktiv sind. Neben den großen Industrieunternehmen, für die beide Themen in den letzten Jahren zunehmend an Bedeutung gewonnen haben, scheinen auch viele Zulieferer und Dienstleister in den Regionen verstärkt in den beiden Themenfeldern aktiv zu sein. Beide Tendenzen lassen sich sowohl in den Daten für das Jahr 2019 als auch 2020 beobachten. Dies lässt vermuten, dass sich Themen der Nachhaltigkeit und Digitalisierung auch entlang bestehender Wertschöpfungsketten entwickeln. Durch Innovationen bei zentralen Akteuren der Wertschöpfungskette können so potenziell auch Entwicklungen bei verbundenen Unternehmen (Zulieferer, Partner und Kunden) beschleunigt werden.

Abbildung 5-23: Verbreitung in der betrieblichen Wirtschaft nach Kreisen

Angaben in Prozent der Unternehmen mit eigener Webseite, die sowohl Themen der Ressourceneffizienz als auch der Digitalisierung behandeln; Mitte 2020



Quelle: beDirect (2020), eigene Berechnungen, IW Consult

Insgesamt zeigen die Ergebnisse, dass die Themen Ressourceneffizienz und Digitalisierung in der deutschen Wirtschaft angekommen sind. Gerade mittlere und große Unternehmen haben diese

Themen im letzten Jahr verstärkt auf ihre Agenda gesetzt. Die hohe Zahl der Nennungen im Bereich der Unternehmensberatungen zeigt aber, dass bei vielen Unternehmen noch Beratungsbedarfe bestehen. Gerade in kleinen und Kleinstunternehmen besteht hier Handlungsbedarf. Die politische Beratung und Unterstützung des Mittelstandes stellt somit einen wichtigen Hebel für die weitere Verbreitung und Anwendung von digitalen Technologien zur Steigerung der Ressourceneffizienz in den nächsten Jahren dar.

6 Handlungsempfehlungen

Kapitel 6: Schneller Überblick : die wichtigsten Empfehlungen

- Die Politik kann eine Vorreiterrolle bei der Umsetzung einer ressourceneffizienteren und kreislauforientierten Wirtschaft einnehmen. Bisherige politische Bestrebungen gilt es weiter auszubauen und ressortübergreifend besser zu bündeln, um die Themen Digitalisierung und Ressourceneffizienz ganzheitlich zu betrachten. Dies betrifft besonders auch den Ausbau des Wissenstransfers durch eine bessere Verknüpfung verschiedener öffentlich geförderter Angebote. Das Technologietransfer-Programm Leichtbau (TTP LB) ist ein erster wichtiger Schritt in diese Richtung. Bestehende Aktivitäten, wie zum Beispiel die Initiative Leichtbau des Bundeswirtschaftsministeriums sollten entsprechend weiter ausgebaut werden.
- Der Wissenstransfer soll neben der besseren Verzahnung vorhandener Angebote vor allem über den Aufbau eines Netzwerks, Erstellung eines KMU-Leitfadens, eines Online-Selbstchecks sowie über gezielte Weiterbildungs-, Beratungs- und Informationsangebote und die bessere Nutzung existierender Lernfabriken und Demonstrationsvorhaben erfolgen, um alle relevanten Fragestellungen zur optimalen Nutzung der Digitalisierung für Ressourceneffizienz zu adressieren. Über bestehende, aber auch neu aufzusetzende Förderprogramme und -wettbewerbe sind Unternehmen zu unterstützen, damit die Möglichkeiten der Digitalisierung für Ressourceneffizienz besser ausgeschöpft werden können. Unternehmen benötigen Unterstützung bei der Entwicklung neuer Geschäftsmodelle unter Anwendung der Digitalisierung. Auch eine Verbundförderung kann dazu beitragen, dass Produktion und Wissenschaft bei der Entwicklung neuer digitaler Anwendungen zusammenarbeiten.
- Grundvoraussetzung, um Digitalisierung für Ressourceneffizienz voranzubringen, ist eine funktionierende Infrastruktur. Dafür sind der flächendeckende Breitbandausbau sowie der Ausbau des neuen Mobilfunkstandards 5G, Investitionen in Standards, Übertragungsmöglichkeiten und Cloudnutzung sowie die Umsetzung von Normen und Standards zentral. Auch sollte die Politik für Rechtsicherheit sorgen, insbesondere wenn es um die Absicherung der Infrastruktur sowie der Datennutzung geht. Für eine Digitalisierung für Ressourceneffizienz bilden Daten die zentrale Grundlage. Lehr- und Ausbildungspläne müssen stärker auf die neuen digitalen Kompetenzen ausgerichtet werden.
- Unternehmen wird empfohlen, ihren Status quo bei der Digitalisierung und Ressourceneffizienz zu überprüfen. Hier können verfügbare Informations- und Beratungsangebote, Beratungsförderung sowie die Nutzung des empfohlenen Online-Selbstchecks zur Anwendung kommen. Zudem sollten Unternehmen nicht nur die beiden Themen Digitalisierung und Ressourceneffizienz ganzheitlich betrachten, sondern auch entsprechende Strategien zur Umsetzung entwickeln. Dabei kann die Nutzung von Fördermöglichkeiten relevante finanzielle Spielräume liefern, um innovative (digitale) Lösungen für Ressourceneffizienz entwickeln zu können. Bei der konkreten Umsetzung müssen zahlreiche Dinge beachtet werden: Rechtskonformität, Abwägung Komplettlösung versus projektbezogenen Insellösungen, intelligente Datenverknüpfung, digitale Kompetenzen sowie die Einbindung der Mitarbeiter.

6.1 Ausgangslage

Die Ressourceneffizienzpotenziale sind in der deutschen Wirtschaft keineswegs erschöpft, wie die vorher präsentierten Ergebnisse der Unternehmensbefragung zeigen. Damit die Ressourceneffizienz steigt und Kreisläufe geschlossen werden können, kann die Politik eine **Vorreiterrolle** übernehmen, indem sie die Nachfrage nach ressourceneffizienteren oder kreislauforientierten Produktionsprozessen und Produkten fördert. Sie hat verschiedene Möglichkeiten zur Verfügung, um adäquate Anreize für die Unternehmen zu schaffen, Ressourcen einzusparen, mehrmals zu gebrauchen oder durch neue oder alternative Rohstoffe wie nachwachsende oder recycelte Materialien zu ersetzen. Das Thema ist nicht neu: Die Bundesregierung sowie die verschiedenen Ressorts beschäftigen sich bereits mit diesem Thema und fördern jetzt schon über finanzielle Mittel, Informationen, Beratung, Bildung und Forschung verschiedene Ansätze, wie man Ressourceneffizienz steigern kann. Mit ProgRes stellt die Bundesregierung bereits zahlreiche Maßnahmen für einen sparsameren Umgang mit Rohstoffen vor. Am 17. Juni 2020 wurde die dritte Auflage (ProgRes III) durch das Bundeskabinett verabschiedet und liegt jetzt dem Bundestag vor. Die Regierungsfractionen arbeiten derzeit an einem Entschließungsantrag. Das Programm enthält 118 Maßnahmen, darunter sind 29 als prioritär gekennzeichnet. Wesentliche Neuerungen in ProgRes III sind neben der Betrachtung des Themas „Mobilität“ unter Ressourceneffizienzaspekten auch die Betonung des Beitrags der Ressourceneffizienz zur Erreichung der Klimaschutzziele sowie die Betrachtung der Potenziale und Risiken der Digitalisierung für Ressourceneffizienz (BMU, 2020). Digitalisierung verändert die Produktionsprozesse grundlegend: Prozess- und Produktionsdaten können ständig erhoben und vorgehalten werden und ermöglichen so eine in Echtzeit gelenkte Produktion. Darin stecken erhebliche Potenziale für die Steigerung von Ressourceneffizienz.

Auch im Bereich Digitalisierung und Industrie 4.0 gibt es verschiedene öffentlich geförderte Einrichtungen und Initiativen des Bundes, aber auch verschiedener Bundesländer. Bereits in der VDI ZRE-Studie aus dem Jahr 2017 zum Thema „Ressourceneffizienz durch Industrie 4.0“ wurde eine Vernetzung der Beratungsangebote im Rahmen eines einheitlichen Baukastens empfohlen (VDI ZRE, 2017a). Da es vielen Unternehmen weiterhin schwerfällt, sich einen guten Überblick über die vorhandenen Möglichkeiten an den verschiedenen Stellen zu verschaffen, gilt es, **bisherige Bestrebungen weiter auszubauen** und vor allem **auch ressortübergreifend besser zu bündeln**. Bestehende Aktivitäten, wie zum Beispiel die Initiative Leichtbau des Bundeswirtschaftsministeriums sollten entsprechend weiter ausgebaut werden.

Ausschlaggebend für die Auswahl eines Instruments sollte sein, wie effektiv und effizient die Maßnahme wirkt. Im Vordergrund sollten **Maßnahmen** stehen, die **marktgetrieben Anreize schaffen, die unternehmerische Innovationstätigkeit** stärken. Wenn möglich, sollten die Anreize freiwillig sein. Ein solcher Ansatz würde die bisherige Tradition des Deutschen Ressourceneffizienzprogramms (ProgRes) fortsetzen. Ziel sollte es sein, **Forschung und Entwicklung sowie Investitionen** im Bereich Ressourceneffizienztechnologie **technologieoffen** zu fördern. Ein wichtiger Schritt könnte die im Koalitionsvertrag vereinbarte „Nationale Forschungs- und Innovationsstrategie für Ressourcenschutztechnologie“ (Bundesregierung, 2018b) darstellen, die jetzt im Rahmen einer Arbeitsgruppe der Nationalen Plattform Ressourceneffizienz (NaRes) gemeinsam mit der Wirtschaft entwickelt werden soll. Hier ist noch offen, wie die Ausgestaltung

konkret aussehen wird. Wichtig ist hier die **Möglichkeiten der Digitalisierung** bei der Entwicklung von Ressourcenschutztechnologien **umfassend in den Blick** zu nehmen. Belastende ökonomische Anreize wie Steuern hingegen differenzieren zu wenig, um die gewünschte Lenkungswirkung passgenau erzielen können. Vielmehr drohen Reboundeffekte, Wettbewerbsverzerrungen und/oder eine Benachteiligung von nicht berücksichtigten alternativen Technologien.

6.2 Handlungsempfehlungen

Im Folgenden werden auf Basis der Befunde sieben Zielsetzungen formuliert und hierfür konkrete Empfehlungen an die Politik, aber auch an Unternehmen gegeben. Es werden auch beispielhaft verschiedene bereits vorhandene Einrichtungen und Initiativen, wo sinnvoll, aufgeführt, da häufig auch an bestehenden Instrumenten über eine Vertiefung beziehungsweise einen Ausbau angeknüpft werden kann.

Ziel 1: Ausbau der Netzinfrastruktur und Minimierung der Risiken der Digitalisierung

Befund: Wesentliche Rahmenbedingungen für die Digitalisierung von Unternehmensprozessen sowie die unternehmensübergreifende Vernetzung zur Steigerung von Ressourceneffizienz sind die Breitbandinfrastruktur und Vertrauen in die Datensicherheit. Obwohl die Studie zeigt, dass dies kein Haupthindernis für die verstärkte Nutzung von digitalen Anwendungen ist, sind diese Voraussetzungen immer noch nicht optimal erfüllt (Kapitel 5.2.4).

Empfehlungen an die Politik

- Der **flächendeckende Breitbandausbau** wird bereits von der Bundesregierung mit Fördermitteln massiv vorangetrieben, so dass die Wirtschaft insbesondere in ländlichen Regionen nach und nach davon profitieren kann. Dennoch muss das Thema auf der politischen Agenda bleiben, da einige Unternehmen, vor allem kleinere unter ihnen, noch nicht ausreichend versorgt sind. Die Fabrik der Zukunft ist auf eine technologisch anspruchsvolle Kommunikation angewiesen. Beim Ausbau des neuen **Mobilfunkstandards 5G** sind hohe Sicherheitsstandards erforderlich, die möglichst EU-weit festgelegt werden sollten. Nur so können die Mobilfunkanbieter die erforderliche Infrastruktur für ein schnelles Internet umsetzen. Das Bundeswirtschaftsministerium liefert mit seinem Leitfaden 5G-Campusnetze bereits eine erste Orientierungshilfe für KMU, wie ein geografisch begrenztes, lokales, für besondere Anforderungen wie industrielle Kommunikation angepasstes Mobilfunknetz aufgebaut werden kann (BMW, 2020).
- Auf dem Weg zu einer ressourceneffizienten „smart factory“ benötigen insbesondere KMU noch **besser verknüpfte Informationsangebote** zum Thema Digitalisierung, um auch auf bereits vorhandene Informations- und Beratungsangebote zurückgreifen zu können (siehe auch Abschnitt 6.1).
- Digitalisierung erhöht die Transparenz – das kann aber Chance wie Hemmnis darstellen. Digitalisierung stellt neue Anforderungen an die Datensicherheit und an rechtskonforme Prozesse. Nicht immer werden beispielsweise Cloud-Lösungen beim Kunden weitreichend

genug akzeptiert, um eine durchgängige Digitalisierung hinzubekommen. Unternehmen benötigen einen standardisierten und immer gleich sicheren Umgang mit Daten. Ansonsten bleibt die Transparenzmachung von Unternehmensabläufen nach außen weiterhin problematisch. Sorge vor unbefugten Zugriffen, Datenverlust oder fehlendem Datenschutz schaffen immer neue Rechtsfragen. Auch sind **Rechtsunsicherheiten zu beseitigen**, die derzeit noch im Zusammenhang mit der Datennutzung bestehen. Dies würde ebenso dazu beitragen, dass die Unternehmen die Potenziale des Datenaustauschs mit anderen Stakeholdern besser prüfen und nutzen können. Wichtig ist, in den Unternehmen **Vertrauen in digitale Infrastrukturen und Systeme** zu schaffen. Erste Informationen bündelt Mittelstand-Digital für KMU mit der Wissensbox Recht. Auch die Transferstelle IT-Sicherheit im Mittelstand bereitet bereits Informationen praxisnah auf und vermittelt Angebote zum Thema IT-Sicherheit. Generell wäre eine verbesserte **Bündelung der Information im** Kontext von Ressourceneffizienz hilfreich. **Gezielte Beratungsangebote** und Hilfestellungen können hier eine weitere Unterstützung bieten.

Empfehlungen an die Unternehmen

- Unternehmen müssen sich bewusst sein, welchen **Bedarf der Rechtskonformität** sie haben, um sich digital adäquat aufstellen zu können. Die Transferstelle IT-Sicherheit im Mittelstand (TISiM), gefördert durch das Bundeswirtschaftsministerium, bietet hier Informationen aus einer Hand.
- Unternehmen benötigen für eine maßgeschneiderte Umsetzung der Digitalisierung eine **digitale Roadmap und Digitalisierungsstrategie**. Zur Entwicklung dieser ist es notwendig, sich auf Basis vorhandener Beratungsmöglichkeiten zum Thema Digitalisierung zu informieren und zu orientieren. Unterstützung bei Digitalisierungsfragen durch autorisierte Berater erhalten Unternehmen beim durch das BMWi geförderten Förderprogramm Go-digital, das KMU Beratungsleistungen rund um die Digitalisierung liefert.

Ziel 2: Ressourceneffizienz in Unternehmen durch Zirkularität und Wertschöpfungsnetze

Befund: Bislang dominieren klassische Optimierungsmaßnahmen zur Steigerung von Ressourceneffizienz. Nur selten wird bislang in den Unternehmen eine echte Kreislaufwirtschaft oder eine Vernetzung mit Akteuren entlang der Wertschöpfungskette angestrebt (Kapitel 3.2). Gerade hier könnten über die digitale Vernetzung noch Ressourceneinsparpotenziale gehoben werden.

Empfehlungen an die Politik

- Eine echte Kreislaufwirtschaft kann nur stattfinden, wenn sie auch in den Unternehmen angestrebt wird. Eine mangelnde Nachfrage für zirkuläre Produkte und Services setzt den Unternehmen keine Anreize, jene zu entwickeln (Weber/Stuchtey, 2019). Höhere Kosten von hochwertigem Recycling im Vergleich zu anderen Entsorgungsoptionen, niedrigere Preise für Primärrohstoffe sowie eine zu geringe Nachfrage nach Recyclingprodukten sind noch

wesentliche Hemmnisse, die überwunden werden sollten. Die Umsetzung einer Circular Economy erfordert einen **klaren regulativen Rahmen sowie wirtschaftliche Anreize** (Brügge-mann, 2019). Wichtig ist, dass die Unternehmen **Planungssicherheit** haben, um notwendige Investitionen tätigen zu können. Über verschiedene Regulierungen auf europäischer und nationaler Ebene werden im Hinblick auf Sekundärrohstoffmärkte, Ökodesign, erweiterte Produzentenverantwortung, Abfallvermeidung, Recycling, Remanufacturing sowie Re-use bereits erste Anreize und der ordnungsrechtliche Rahmen gesetzt, den Übergang in eine zirkuläre Wirtschaft voranzutreiben. Die Unternehmen sollten bei der Umsetzung der bisherigen Maßgaben über **Beratungs- und Informationsangebote** unterstützt werden. Unternehmen, insbesondere KMU, sollten für verfügbare Angebote wie beispielsweise die Arbeitsmittel des VDI ZRE noch mehr sensibilisiert werden, damit sie selbst in der Lage sind, ihre Ziele im Hinblick auf Ressourceneffizienz klar zu formulieren und dadurch ressourceneffizienter zu werden. Auch hier gibt es zahlreiche öffentlich geförderte Initiativen und Instrumente, die **gebündelt auf einer Webseite** vorgestellt werden könnten. Im Rahmen von Progress III soll auch die vom BMU geförderte Material- und Informationsplattform „**Ecodesign Kit**“ **zum Thema Ökodesign weiterentwickelt** werden (BMU, 2020). Wünschenswert wäre es, dass diese Plattform noch mehr auf die Unternehmenspraxis ausgerichtet wird, indem sie um mehr Praxisbeispiele erweitert wird und auch die Möglichkeiten der Digitalisierung für eine ressourcenschonendes Produktdesign betrachtet werden. Auch könnte man auf dieser Plattform noch explizit die Vorteile einer Kreislaufwirtschaft für Unternehmen aufführen, damit Unternehmen sich besser darüber informieren, warum eine solche Umstrukturierung sinnvoll und lohnend ist.

- Weitere Anreize gilt es in einem ergänzenden Schritt marktgetrieben und praxisnah zu entwickeln. Im Vordergrund sollte die **Förderung von Innovationen und innovativen Geschäftsmodellen** stehen, damit Unternehmen höherwertige Produkte designen, Materialien im Kreislauf halten, über Sharing die Nutzung für Produkte und Anlagen erweitern oder Reparaturen durchführen. Der mehrmalige Gebrauch von Ressourcen bedeutet in Unternehmen nicht nur eine bessere Wiederverwertung und -verwendung, sondern kann sich auch durch eine verbesserte Produktrückführung, den Verkauf von Nebenprodukten, Rest- und Abfallstoffen auszeichnen. Dafür ist es wichtig, dass Ziele definiert werden, die für das jeweilige Unternehmen passen. Unternehmen, insbesondere KMU benötigen deshalb **gebündelte Beratungs- und Informationsangebote**, mit deren Hilfe sie ein zirkuläres Geschäftsmodell in ihrer Unternehmensstrategie integrieren können. Im Leichtbau ist Ressourceneinsparung bereits beim Design als Kriterium anwendbar. Das Technologietransfer-Programm Leichtbau (TTP LB) ist ein erster wichtiger Schritt zur Stärkung einer ressourceneffizienten Leichtbauweise.
- Das Chemikalienleasing, über welches sowohl Anwender als auch Hersteller die Chemikalienmenge senken sowie Prozesssicherheit und die Kreislaufführung stärken, stellt auch eine prioritäre Maßnahme in Progress III dar. Es sollen geeignete Begleit- und Unterstützungsprogramme eingeführt werden, um Prozesse zu beschleunigen und potenzielle Vertragspartner bei der Zusammenführung zu unterstützen (BMU, 2020). Die **Verbreitung von Chemikalienleasing** ist ein wichtiges industrielles Sharingkonzept, das es zeitnah und praxisorientiert umzusetzen gilt.

- Über einen **Förderwettbewerb**, bei denen KMU ihre innovativen Ideen für neue Geschäftsmodelle einreichen können, können Fördermittel zur Unterstützung der Umsetzung verteilt werden.
- Das **Vergaberecht** sollte entsprechend **angepasst werden**, damit die Nachfrage und damit das Angebot an zirkulären Produkten und Dienstleistungen steigt.
- Progress III sieht es bereits für wichtig an, dass Zielkonflikte zwischen Ressourcenschonung, Klimaschutz und anderen Politikfeldern abgebaut werden. Die **Auflösung von rechtlichen Zielkonflikten** ist wichtig, um Kohärenz und Konsistenz zu gewährleisten. Beispielsweise können Zielkonflikte entstehen, wo Material- und Energieverbräuche entgegenwirken.

Die sich verstärkt verbreitenden dynamischen Wertschöpfungsnetzwerke stellen die beteiligten Unternehmen vor größere Herausforderungen hinsichtlich ihrer Koordinations- und Kooperationsfähigkeiten. Gleichzeitig liegen in diesen Netzwerken Ressourceneffizienzpotenziale. Eine geförderte **Begleitung von Leuchtturmprojekten** und der daraus generierte **öffentlichkeitswirksame Ergebnistransfer** könnte die Bereitschaft noch zögernder Unternehmen zur Teilnahme deutlich erhöhen. Hervorzuheben ist hier das Leuchtturmprojekt 2019 der Deutschen Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung zur Erarbeitung einer Leichtbau-Strategie (Bundesregierung, 2020).

Empfehlungen an die Unternehmen

- Um geeignete Ansatzpunkte für Ressourceneffizienzsteigerungen unternehmensspezifisch zu finden, ist es notwendig, dass die Unternehmen die Stellen identifizieren, an denen sie die höchsten Einsparmöglichkeiten sehen. Unternehmen müssen sich selbst in die Lage versetzen, zu entscheiden, welche Ziele und Maßnahmen im Hinblick auf Ressourceneffizienz für die Erstellung ihrer Produkte und Dienstleistungen relevant sind. Nach dem Motto „Wer erfolgreich Material einspart, hat seine Ziele klarer vor Augen“ sollten **bereits verfügbare Informations- und Beratungsangebote** beispielsweise des VDI ZRE genutzt werden, um hier in einem ersten Schritt selbstständig über verschiedene Arbeitsmittel Ressourceneffizienzziele zu formulieren und Verbesserungspotenziale zu identifizieren.

Ziel 3: Das Thema Digitalisierung für Ressourceneffizienz in den Unternehmen stärken

Befund: Durch einen höheren Digitalisierungsgrad lässt sich in Unternehmen ein höheres Maß an Ressourceneffizienz erreichen. Ressourceneffizienz und Digitalisierung sind grundlegender Bestandteil unternehmerischen Handelns, haben bislang aber keine Top-Priorität wie die Sicherung von Fachkräften. Wichtiger Erfolgsfaktor kann das Zusammendenken der Themen sein, was aber in der unternehmerischen Praxis bislang selten der Fall ist. Die Digitalisierung hat in der Vergangenheit nur einen geringen Beitrag zur Steigerung von Ressourceneffizienz geleistet. Die Ressourceneinsparpotenziale sind in der deutschen Wirtschaft keineswegs erschöpft. Nur

wenige Unternehmen, darunter häufig vor allem KMU, sind bei den verschiedenen Ressourceneffizienzmaßnahmen bislang stark digitalisiert (Kapitel 4.2).

Empfehlungen an die Politik

- Um gezielt ganzheitliche Strategien für Digitalisierung im Kontext von Ressourceneffizienz entwickeln zu können, müssen die Unternehmen wissen, wo sie bei der Digitalisierung stehen und welche Maßnahmen sie benötigen. Auch ist wichtig, dass identifiziert wird, welche Daten in Bezug auf Ressourceneffizienz benötigt werden und welche Datenanalysen vorgenommen werden. VDI ZRE (2017a) hat im Rahmen ihrer KMU-Studie hierzu ein Ressourcenselbsteinschätzungstool (ReSET) entwickelt, da häufig zahlreiche Daten erhoben werden, aber die Datenanalyse dann vernachlässigt wird. Auf Basis der Befragung für diese Studie könnte ein **Online-Selbstcheck für Unternehmen „Wie gut ist unsere Unternehmen digital beim Thema Ressourceneffizienz aufgestellt“** weiterentwickelt werden. Unternehmen füllen einen kurzen Fragebogen aus und können sich dann mit relevanten Referenzgruppen auf Basis der Unternehmensbefragung vergleichen. Ergänzend erhalten sie dann **passende Checklisten**, wie sie das Thema angehen können.
- In der Zusammenarbeit zwischen Unternehmen in Wertschöpfungsketten und Produktionsnetzwerken wurde Digitalisierung als wesentliche Voraussetzung gesehen. Für einen einzelnen Akteur in einer Wertschöpfungskette ist häufig weniger das Gesamtergebnis und die Ressourceneffizienz bezogen auf das Endprodukt, sondern vielmehr seine unmittelbare Geschäftsbeziehung mit dem nächsten (meist B2B-) Kunden in der Kette relevant. Das kann zu nachteiligen Ergebnissen hinsichtlich der Ressourceneffizienz insgesamt führen und ließe sich nur dadurch lösen, dass der Endkunde klare Vorgaben und Ziele für Ressourceneffizienz formuliert. Hier könnte die öffentliche Hand bei der Vergabe öffentlicher Aufträge eine Vorbildfunktion übernehmen, indem **Vorgaben und Ziele für Ressourceneffizienz in Ausschreibungen klar formuliert** werden. KMU sind nicht per se besser aufgestellt. Aber je nach Konstellation können sie Treiber sein, sowie agiler und flexibler agieren. Häufig fehlen jedoch Ressourcen in Fachexpertise oder notwendige Investitionsmittel, während größere Unternehmen auch bei der Digitalisierung Größenvorteile nutzen können. Im Endeffekt kommt es auf die Branche und nicht zuletzt auf die spezifische Konstellation eines Netzwerks an, ob KMU eher profitieren können oder nicht. Im Rahmen von **Förderprogrammen** könnten hier KMU bei der Digitalisierung unterstützt werden.
- ProgRess III sieht es als prioritäre Maßnahme, dass Ressourceneffizienz und Umwelt als Handlungsfeld in die **Digitale Agenda** der Bundesregierung aufgenommen und dort angemessen diskutiert wird (BMU, 2020). Dies ist eine wichtige Entwicklung, denn nur wenn auf allen Ebenen die Themen ganzheitlich betrachtet werden, können Synergieeffekte wirklich genutzt werden. Durch eine zielgerichtete Forschung, finanzielle Forschungsförderung sowie Praxiserprobung zu Ressourcen- und Umweltaspekten in Industrie 4.0 sollen synergetische Verknüpfungen von Ressourceneffizienz und Digitalisierung weiterentwickelt und Risiken adäquat adressiert werden. Geplante Themen sind die Datenharmonisierung, digitale Plattformen, digitale Nachverfolgbarkeit und Datenintegration in Wertschöpfungsketten, neue Möglichkeiten der inner- und zwischenbetrieblichen Prozessoptimierung sowie eine auf

Ressourceneffizienz ausgerichtete intelligente Produktionsplanung und -steuerung, aber auch Risiken wie Fehlsteuerungen und Reboundeffekte (BMU, 2020). Begrüßenswert ist, dass nicht nur Forschungsprojekte, sondern über bestehende Förderinstrumente Praxisanwendungen auf den Weg gebracht werden sollen. Diese **geplanten Maßnahmen** gilt es **zeitnah umzusetzen**.

- Die Digitalisierung ist bei vielen Unternehmen noch ausbaufähig. Über eine verstärkte Digitalisierung können weitere Einsparpotenziale erreicht werden. Ressourceneffizienz muss grundsätzlich über den gesamten Produktlebenszyklus betrachtet werden und Digitalisierungsprozesse können hierbei unterstützen. Dabei wurden im ersten Expertenworkshop Material Flow Cost Accounting sowie Blockchain als zwei Technologien und **Lernfabriken** im Sinne von Ultraeffizienzfabriken mit großem Potenzial identifiziert. Es wird empfohlen, bestehende Lernfabriken, unter anderem im Rahmen der **Mittelstand 4.0-Kompetenzzentren**, noch stärker **im Kontext von Ressourceneffizienz 4.0 aufzustellen**. Hier wäre eine **stärkere Verzahnung** zwischen **bestehenden öffentlich geförderten Initiativen und Einrichtungen** beispielsweise des VDI ZRE, Mittelstand digital aber auch der Plattform Industrie 4.0 wünschenswert. Beispielsweise bietet das VDI ZRE bereits ein Weiterbildungsangebot zum Kennenlernen von Digitalisierungsstrategien für Ressourceneffizienz an. Diese Angebote könnten noch weiter ausgebaut werden. Auch sollten Beratungs- und Informationsangebote darüber geschaffen werden, wie die Unternehmen ihre jeweiligen Verantwortlichen der beiden häufig getrennt betrachteten Themen zusammengebracht werden können. Eine Bündelung bisheriger Angebote auf einer Webseite könnte hier auch schon den Zusammenhang der beiden Themen verdeutlichen.
- Es gibt bereits zahlreiche Möglichkeiten für Unternehmen, über eine **öffentliche Förderung eine externe Beratung** zu Rate zu ziehen, um das Thema Digitalisierung für Ressourceneffizienz anzugehen. Diese Informationen werden bereits auf der Seite des VDI ZRE gebündelt dargestellt. Darüber hinaus benötigen dann Unternehmen **Beratung für Ressourceneffizienzpotenziale durch Digitalisierung** in ihrem Unternehmen. Verfügbar sind bereits auch einige öffentlich geförderte Beratungsmöglichkeiten über Innovationsgutscheine wie „Go-Inno“, aber auch Möglichkeiten in den einzelnen Bundesländern zur Förderung des ProduktionsIntegrierten Umweltschutzes (PIUS) oder auch spezifisch zu Ressourceneffizienz (VDI ZRE, o.J.b). Sicherzustellen ist auf politischer Ebene, dass diese Beratungsmöglichkeiten auch flächendeckend insbesondere bei KMU ankommen und dass diese Programme noch gestärkt und ausgeweitet werden mit dem speziellen Fokus auf Digitalisierung.

Empfehlungen an die Unternehmen

- Unternehmen müssen wissen, wo ihr Unternehmen in Sachen Ressourceneffizienz steht. Der VDI ZRE stellt bereits einige Arbeitsmittel zur Verfügung für die selbstständige Findung von Verbesserungsideen für Ressourceneffizienz. Beispielsweise liefert der Ressourcencheck des VDI ZRE hier die Möglichkeit einer ersten Auswertung des Ist-Zustandes, zur Prüfung, wo Einsparpotenziale vorhanden sind und erste Hinweise auf die Frage, welche Verbesserungspotenziale es gibt. Darüber hinaus können Unternehmen **Beratung für Ressourceneffizienzpotenziale durch Digitalisierung** in ihrem Unternehmen einsetzen. Es gibt hierzu bereits auch einige öffentlich geförderte Beratungsmöglichkeiten über Innovationsgutscheine wie „Go-Inno“, aber auch Möglichkeiten in den einzelnen Bundesländern zur Förderung des ProduktionsIntegrierten UmweltSchutzes (PIUS) oder auch spezifisch Ressourceneffizienz (VDI ZRE, o.J.).
- Unternehmen müssen auch wissen, wie sie beim Thema Digitalisierung für Ressourceneffizienz aufgestellt sind und welche Wege sie wählen können. Hierfür könnte der oben genannte **Online-Selbstcheck „Wie gut ist unser Unternehmen digital beim Thema Ressourceneffizienz aufgestellt“** hilfreich sein.
- Digitalisierung und Ressourceneffizienz gehen Hand in Hand. Digitalisierung macht Ressourceneffizienz messbar und Einsparpotenzial nutzbar. Ein wesentlicher Erfolgsfaktor ist, dass die beiden **Themen Ressourceneffizienz und Digitalisierung ganzheitlich betrachtet** werden. Denn nur eine optimale Ausgestaltung der Digitalisierung im Hinblick auf Ressourceneffizienz macht Potenziale für Effizienzgewinne verwendbar. Häufig findet jedoch die Digitalisierung ohne Berücksichtigung der Ressourceneffizienz statt. Das bedeutet, dass Ressourceneffizienz keine Zielgröße für die Erfolgsmessung von Digitalisierung ist. Zudem müssen die zahlreichen möglichen Wechselwirkungen in den Unternehmen bewertet werden. Dies kann auch ein Schlüssel sein sowohl zur Sichtbarmachung von zusätzlichen Potenzialen, die bisher noch ungenutzt sind, als auch von bislang weniger offensichtlichen Zusammenhängen über Daten und Analysen. Gerade mit Blick auf die möglichen negativen Auswirkungen von Digitalisierung selbst auf die Ressourceneffizienz kann Digitalisierung somit unter Umständen eine Herausforderung für die langfristige und umfassende Steigerung der Ressourceneffizienz in Unternehmen darstellen. Die getrennte Betrachtung liegt in vielen Unternehmen daran, dass diese in unterschiedlichen Abteilungen bearbeitet werden. Grundsätzlich ist die Zusammenarbeit über beziehungsweise in allen Bereichen innerhalb eines Unternehmens wichtig. **Ressourceneffizienz-Governance** ist wichtig und sollte ein strategisches unternehmerisches Ziel sein.

Ziel 4: Besser über den Nutzen der Digitalisierung für Ressourceneffizienz informieren

Befund: Die Mehrheit der Unternehmen konnte durch die Digitalisierung zur Steigerung von Ressourceneffizienz eine Veränderung feststellen. Gleichzeitig sehen aber nur wenige digitalisierte Unternehmen eindeutig den kurz- oder langfristigen Nutzen. Auch sieht nur eine Minderheit den Nutzen der Digitalisierung für Ressourceneffizienz zur Erreichung der Klimaschutzziele. Vielen Unternehmen ist der Nutzen der Digitalisierung für Ressourceneffizienz noch unklar. Dies

liegt sicherlich an fehlenden Informationen zu Kosten und Nutzen. Es zeigt sich auch, dass Unternehmen, die bereits erfolgreich Material einsparen, hier eher die Möglichkeiten erkennen (Kapitel 5.2.5).

Empfehlungen an die Politik

- Neu in Progress III ist, dass der Beitrag des Ressourcenschutzes für den Klimaschutz betont wird. Die Verbindungen zwischen Ressourceneffizienz und Klimaschutz gehen in beide Richtungen. Um Synergien zu nutzen und gleichzeitig Zielkonflikte zu vermeiden, ist auch das Zusammendenken von Ressourcen- und Klimaschutz zentral. Ein Übergang zu einer treibhausgasarmen Wirtschaft ist ein Schlüsselement einer ressourceneffizienten zirkulären Wirtschaft und die Verbesserung der Ressourceneffizienz ein Eckpfeiler eines ehrgeizigen Klimaschutzpakets. Auf der politischen Ebene plant ProgRes III über verschiedene Maßnahmen, die Synergien von Ressourceneffizienz zu anderen Politikfeldern zu erschließen und Zielkonflikte zu vermeiden. Aber nicht nur auf der politischen Ebene, sondern auch in der Unternehmenspraxis muss der Nexus zwischen Ressourceneffizienz und Klimaschutz verdeutlicht werden. Unternehmen müssen den Nutzen noch klarer erkennen, dass es sich lohnt in effizientere Technologien und Prozesse zu investieren, da sie eine Hebelwirkung für Ressourcen- aber auch Klimaschutz haben. Dabei kann die Digitalisierung eine wichtige Rolle als Enabler spielen. Hierfür müssen Unternehmen noch mehr **über Informationsangebote sensibilisiert** werden. Denn für die Unternehmen können erhebliche Ressourceneffizienzsteigerungen zur kosteneffizienten Erreichung der Klimaziele beitragen. Die in Progress III geplante Dachmarke „1000 Betriebe für Ressourceneffizienz“ soll konkrete Projekte zur Reduzierung des Material-/Energiebedarfs in der Produktion fördern. Da die Vergabe von Fördergeldern im Rahmen dieser Dachmarke an den Nachweis der Minderung von CO₂-Emissionen durch Ressourceneffizienzmaßnahmen gebunden sein soll, könnte man bei der **Förderausschreibung der „1000 Betriebe für Ressourceneffizienz“** explizit einen Förderschwerpunkt auf Unternehmen legen, die mit digitalen Lösungen erfolgreich Ressourceneffizienz praktizieren und CO₂-Emissionen einsparen. Neben der Förderung interessanter Umsetzungen würde anderen Unternehmen auf diesem Wege auch gute Beispiele vorgestellt werden. Deswegen ist das ein wichtiger Ansatz, hier auch um **Unternehmen zu informieren**. Obwohl das TTP LB mit der Förderlinie zu Klimaschutz und Ressourceneffizienz, gefördert über den Energie- und Klimafonds der Bundesregierung, bereits diesen Nexus von Ressourceneffizienz und Klimaschutz betrachtet, könnte das Zusammendenken noch weiter gestärkt werden.
- Die Nachhaltigkeit von Unternehmen und ihrer Produkte wird immer wichtiger. Der entsprechende Nachhaltigkeitsbericht ist inzwischen – ergänzend zum Geschäftsbericht – ein bedeutender Bestandteil der Informationspolitik geworden und für Unternehmen ab 500 Mitarbeitern mittlerweile gesetzlich verpflichtend. Gleichzeitig sind besonders KMU, die häufig nicht-finanzielle Informationen nur dann erheben, wenn ein in der Wertschöpfungskette nachgelagertes größeres Unternehmen das einfordert, für die Bedeutung einer solchen Berichterstattung als Wettbewerbsvorteil noch nicht ausreichend sensibilisiert. Somit können Maßnahmen, die zur Ressourceneffizienz beitragen, einerseits direkt Produktionskosten einsparen und andererseits zur besseren Wettbewerbspositionierung nach außen beitragen.

Über diesen Zusammenhang sollten Unternehmen, zum Beispiel im Rahmen einer **(übergeordneten) Kommunikationskampagne**, aufgeklärt werden.

Empfehlungen für die Unternehmen

- Unternehmen sollten nicht nur über den Nutzen der Digitalisierung für Ressourceneffizienz nachdenken, sondern auch stärker **Ressourceneffizienz und Klimaschutz zusammendenken**. Diese Synergieeffekte können positiv genutzt werden, auch um den betrieblichen Klimaschutz und die Nachhaltigkeit zu verbessern. Hierfür gilt es, sich über die Vorteile zu informieren, gute Ideen zu entwickeln und sich bei Förderprogrammen zu beteiligen, um die Ideen umzusetzen. Die Devise lautet hier: „Mitmachen und sich bewerben“.

Ziel 5: Ressourceneffizienz mit fortschrittlichen digitalen Technologien und Anwendungen

Befund: Der Einsatz digitaler Technologien hat den Vorteil für Ressourceneffizienz, dass Einsparpotenziale erkannt und umgesetzt werden, aber auch die Transparenz und Flexibilität in Herstellungsprozessen oder eine intelligente Datenerfassung/-verknüpfung für Echtzeitmonitoring möglich sind (Kapitel 5.2.3). Der Einsatz von digitalen Technologien und Anwendungen fängt häufig in kleinen Schritten an. Daten sind Dreh- und Angelpunkt und leisten neben Schnittstellen heute am ehesten einen Beitrag zur Steigerung von Ressourceneffizienz in Unternehmen. Danach folgen Plattformen, Prozessmonitoring über die Vernetzung von Sensoren und Aktoren sowie die prädiktive Wartung als wichtige Voraussetzungen für die Vernetzung in der Wertschöpfungskette. Viele digitale Technologien leisten bislang hier noch keinen Beitrag, insbesondere, wenn es um die weitere Vernetzung und Kollaboration oder Modellierung und Simulation geht (Kapitel 5.2.2).

Empfehlungen an die Politik

- Digitalisierung wird auch als eine Grundvoraussetzung für eine erfolgreiche Kreislaufwirtschaft gesehen – eine wesentliche Erkenntnis aus den Expertenworkshops und -interviews. Ohne Datenerhebung oder Transparenz ist das „Kreisen“ nicht möglich. Allerdings zeigt die Unternehmensbefragung, dass die Messbarkeit von Materialströmen noch nicht als wesentlicher Vorteil digitaler Technologien erkannt wird. Auch das Nachverfolgen von Stoffströmen in der Wertschöpfungskette ist insbesondere im internationalen Kontext schwierig. Über Tagging, Tracing und Tracking könnte die Transparenz in der Wertschöpfungskette erhöht werden. Digitalisierung kann aber ebenfalls eine wichtige Rolle einnehmen, wenn es darum geht, möglichst sinnvolle und effiziente Standards und Kennzeichnungen von (recycelten) Materialströmen zu entwickeln. Digitalisierung kann zudem die Qualität der Kreislaufführung verbessern, zum Beispiel mit QR-Codes. Unternehmen benötigen hierzu aber das Wissen, wie sie diese digitalen Technologien und Anwendungen in ihren Prozessen konkret umsetzen können. Hierfür ist ein **Wissenstransfer** in die Unternehmen relevant. Hilfreich könnten **Weiterbildungsangebote** und **Informationsangebote** sein, die den Unternehmen anhand von Best-Practice-Beispielen aufzeigen, wie man hier vorgehen kann. Der VDI ZRE

liefert in seiner Datenbank auch schon interessante Beispiele und zeigt einige sehr eindrückliche im Rahmen von verschiedenen Videos. Diese Informationen sollten weiter gebündelt werden, um einen umfassenden Wissenstransfer anbieten zu können. Auch könnte der Wissenstransfer über **Demonstrationsvorhaben**, die beispielsweise im Rahmen von bereits existierenden Ultraeffizienzfabriken bei den Mittelstand 4.0-Kompetenzzentren angesiedelt werden könnten, den Unternehmen eine besseren Möglichkeit geben, wie man verschiedene Technologien für ihre Zwecke nutzen könnte.

- Auch im Leichtbau nimmt Ressourceneffizienz eine Schlüsselrolle ein. Dabei können digitale Werkzeuge wie additive Verfahren des 3D-Drucks hohe Ressourceneffizienzpotenziale liefern. Mit dem neuen Technologietransfer-Programm Leichtbau (TTP LB), das auch Digitalisierung und Automatisierung als eines der Förderschwerpunkte formuliert, gibt es jetzt Fördermöglichkeiten für Forschungs- und Entwicklungsvorhaben, Forschungsinfrastrukturen, Innovationscluster, Innovationsbeihilfen für KMU sowie Prozess- und Organisationsinnovationen. Nach Ende der Förderlaufzeit sollten diese **Projekte weiter betreut** werden, damit möglichst viele dieser Ideen auch in der Praxis umgesetzt werden. Weiterhin sollte bei einer Überarbeitung des TTP LB geprüft werden, ob das Programm nicht auch um Grundlagenforschung gerade für den Bereich Technologieentwicklung erweitert werden kann.
- Die Produktentwicklung kann dank der Digitalisierung zunehmend virtualisiert werden. Für die Produktentwicklung sind vor allem Modellierung und Simulation relevant. Zur Produktverbesserung können Ist-Daten mit Prognosedaten über Datenanalysen abgeglichen werden. Die Vorteile einer Virtualisierung, die sich auch in niedrigeren Kosten durch die Vermeidung aufwändiger Labortests auswirken kann, müssen den Unternehmen, vor allem KMU, noch nähergebracht werden. Dies kann durch **Veranstaltungen und Praxisbeispiele im geplanten KMU-Leitfaden** oder über die **Kompetenzzentren der Initiative Mittelstand Digital** erfolgen.
- Alle digitalen Geschäftsmodelle und Konzepte unternehmerischen Handels werden erst durch entsprechende **Standards, Übertragungsmöglichkeiten und Cloudnutzung** ermöglicht. Sie sind ebenfalls die Basis moderner Wertschöpfungsketten und -netzwerke. In allen diesen Bereichen sind **Investitionen** sinnvoll, um diese Enabler zu stärken und zu verbreiten. Weiterhin ist, wie in VDI ZRE (2017a) bereits empfohlen, wichtig, die **rechtliche Absicherung der Infrastruktur** sowie die **Förderung von Cloudlösungen auch auf EU-Ebene** ebenso wie **Standardisierung und Interoperabilität** anzustreben, um Anbieterabhängigkeiten zu verhindern.
- Plattformen zeigen sich als zentraler Enabler der Vernetzung von verschiedenen Akteuren, die wiederum ein Motor für Ressourceneffizienz ist – zum Beispiel in Wertschöpfungsnetzwerken. Plattformen sind daher zu fördern und die Hemmschwelle für Unternehmen, diese zu nutzen, ist zu senken. Denkbar wären in diesem Zusammenhang **Informationsangebote**, eventuell auch **Zertifizierungsmaßnahmen** für Plattformen.
- Die Analyse von Daten bildet die zentrale Grundlage für Ressourceneffizienzmaßnahmen. Um die Potenziale der Ressourceneffizienz zu nutzen, muss die Erhebung und Analyse von Daten in allen Unternehmen gefördert werden. Dazu sind entsprechende Aus- und

Fortbildungsmaßnahmen einzuleiten. Das bedeutet, Mitarbeiter in/durch digitale(n) Methoden zu schulen. Dazu gehört auch, die **Lehr- und Ausbildungspläne der dualen Ausbildung** stärker auf notwendig gewordene **digitale Kompetenzen** auszurichten und dem **Fachkräftengpass** entgegenzuwirken.

Empfehlungen an die Unternehmen

- Kenntnisse und Transparenz der betrieblichen Abläufe sind Voraussetzungen, um Potenziale und Maßnahmen zur Effizienzsteigerung zu identifizieren, zum Beispiel auch die Verbindung von Forschungs- und Produktionsdaten. Hierfür ist eine **intelligente Verknüpfung von Daten** zwingend notwendig. Häufig werden die Potenziale für Ressourceneffizienz beispielsweise durch eine Echtzeitüberwachung aber auch durch additive Fertigung oder einen digitalen Zwilling noch nicht erkannt. KMU können hier auf bereits verfügbare Lösungen zurückgreifen.
- Unternehmen sollen ihre **digitalen Kompetenzen** in der Belegschaft über Aus- und Weiterbildung stärken.
- Um die Akzeptanz in der Belegschaft zu erhöhen, wäre es wichtig, über ein Ideenmanagement ein **Bottom-Up-Feedback** bei den Mitarbeitern einzuholen bei der **Implementierung von Digitalisierungsschritten**.

Ziel 6: Digitale Geschäftsmodelle für Ressourceneffizienz fördern

Befund: Für Unternehmen ist es schwierig, digitale Geschäftsmodelle zu entwickeln, die zu Ressourceneffizienz beitragen. Ressourceneffizienz manifestiert sich eher in kleinteiligeren Konzepten unternehmerischen Handelns, die nicht unbedingt in direkter Verbindung zur Wertschöpfung stehen. Bislang messen nur sehr wenige Unternehmen mit digitalen Geschäftsmodellen datengetriebenen Vermietungsmodellen losgelöst vom Ressourceneffizienzgedanken einen hohen Stellenwert bei. Am wichtigsten ist aktuell die Durchführung von Datenanalysen. Digitale Geschäftsmodelle werden vorrangig zur Sicherung der eigenen Wettbewerbsfähigkeit eingeführt, aber auch als Reaktion auf die Nachfrage bestehender Kunden sowie auf Portfolio- und Markterweiterungsstrategien. Grundlage aller Geschäftsmodelle ist das Modell der Daten. Vernetzbarkeit, Nachverfolgbarkeit und Vergleichbarkeit sind wesentliche Voraussetzungen für Plattformen, einem weiteren zentralen Geschäftsmodell. Ein drittes zentrales Geschäftsmodell ist das Angebot von Dienstleistungen statt Waren (Kapitel 5.2.1 und 5.2.3).

Empfehlungen an die Politik

- KMU starten häufig kleinteilig mit Prozessverbesserungen; veränderte/neue Geschäftsmodelle wie Serviceangebote folgen danach. Häufig erzwingt die Nachfrage neue Geschäftsmodellen: große Unternehmen fordern häufig digitale Lösungen von KMU ein. Globale Plattformen und Player sind hier die Treiber. Da Ressourceneffizienz oft erst im „Kleinen“ als unternehmerisches Konzept genutzt wird, welches aber auch zu einem erfolgreichen Geschäftsmodell werden kann, sind solche Geschäftsmodelle besonders bei KMU zu unterstützen. Beispielsweise sind entsprechende finanzielle Förderangebote denkbar. Im Rahmen eines **Förderwettbewerbs** – durchaus auch eingegliedert in ein bereits bestehendes Fördervorhaben – könnte die Entwicklung und/oder Umsetzung neuer digitaler Geschäftsmodelle zum Einsatz in Wertschöpfungsketten und -netzwerken ausgeschrieben werden, die die Ressourceneffizienz im Fokus haben.
- Der Ausbau und die Weiterentwicklung von neuen, digitalen Geschäftsmodellen und Dienstleistungen im Hinblick auf Ressourceneffizienz stellt eine Maßnahme in ProgRess III dar. Als mögliche Anwendungsfelder werden der webbasierte Sekundärrohstoffhandel, die vorausschauende Wartung von Maschinen und Anlagen sowie ein weltweites wie ortsnahe 3D-Druck-Ersatzteillager erachtet. Hierfür ist angedacht, dass für Gründer von digitalen ressourcenschonenden Geschäftsmodellen geeignete Anreizstrukturen, zum Beispiel spezifische Beratungsprogramme geschaffen sowie Barrieren, wie Fragen zur Haftung und zum Urheberrecht abgebaut werden. Des Weiteren sollen zur Stärkung der Innovationskraft Umweltinformationen gut zugänglich, frei verfügbar, valide und transparent sein. Auf politischer Ebene soll das Thema Ressourceneffizienz in Geschäftsmodellen und Dienstleistungen auch in der „Digitalen Agenda“ der Bundesregierung integriert werden (BMU, 2020). Die geplanten Maßnahmen im Rahmen von ProgRess sind wichtige Schritte, um neue Unternehmen mit innovativen Geschäftsmodellen marktgetrieben zu fördern und sollten auch umgesetzt werden. Um Ressourceneffizienzmaßnahmen und -prozesse neu zu denken und die Potenziale der digitalen Technologien und Geschäftsmodelle „out of the box“ zu nutzen, sind **Kooperationen mit innovativen Start-ups** sinnvoll. Oftmals sind diese auch stärker in dynamische Wertschöpfungsnetzwerke integriert. Diese Start-ups sind als Early Adopters⁸ zu fördern. Dies könnte in bestehende **Fördermittel für Start-ups** mitintegriert werden.
- Die Digitalisierung, besonders in der Entwicklung, ermöglicht es Unternehmen, ihr Geschäftsmodell grundlegend zu ändern: vom reinen Produzenten hin zum Verkauf von Problemlösungen, wobei die Änderungen auch gleich die Rückführung oder Demontierbarkeit des Produkts am Ende der Lebensphase mitberücksichtigen. Recycling und Remanufacturing müssen von Anfang an mitgedacht werden. Solche Produkt-Service-Systeme stärken eine ressourceneffiziente und kreislauforientierte Wirtschaft und fördern kollaborative Ansätze, die aktuell im Trend liegen. Digitalisierung kann bei der Vernetzung und dem Zugang helfen. Kreislaufführung betrifft nicht nur den Produktzyklus, sondern auch das Produktdesign. Anreize dafür entstehen für das Unternehmen, wenn Produkte nicht zum Erwerb sondern "as a service" angeboten werden oder wenn das Unternehmen die verwendeten Materialien für

⁸ Frühwender, die als Erste innovative Produkte nutzen und so Trends setzen (Gründerszene, 2019).

die eigene Produktion wiederverwenden kann. Zudem sollten die Unternehmen mehr Wissen über die Möglichkeiten einer durchgängigen Datenintegration erhalten, die es erlaubt, nicht nur weitere Ressourceneffizienzmaßnahmen zu nutzen, sondern die auch das Wissen über die gesamte Wertschöpfungskette erweitern kann. Unternehmen, vor allem KMU, sollten die Möglichkeit erhalten, Optionen für eine Erweiterung oder Veränderung ihres Geschäftsmodells mithilfe einer **adäquaten Beratung** überprüfen zu können. Hier wäre ein Ansatz im Rahmen eines **Lotsensystems** für eine Erstberatung hilfreich, damit sich Unternehmen einen ersten Überblick verschaffen können. Angeknüpft werden könnte hier an bereits vorhandenen öffentlich geförderten Lotsendiensten wie beispielsweise das vom BMBF geförderte „KMU-innovativ: Ressourceneffizienz und Klimaschutz“. Gemeinsam mit Multiplikatoren (Verbände, Effizienzagenturen und auch den Kompetenzzentren von Mittelstand digital), die den direkten Zugang in die Wirtschaft haben, sollten Veranstaltungen zu dem Thema durchgeführt werden und es sollte ein **Netzwerk** entstehen. Dies erlaubt dann regelmäßige Veranstaltungen und Netzwerktreffen sowie Weiterbildungsangebote vor Ort.

- Die Ergebnisse dieser Studie sollten einen praktischen Wert bekommen. Für den Ergebnistransfer ist der **geplante Leitfaden** ein wesentliches Praxistool, um Unternehmen, besonders KMU, den Einstieg in die Thematik zu erleichtern. Gerade KMU benötigen kompakte, umsetzungsorientierte Materialien, die die Zielgruppe berücksichtigen und für das Thema sensibilisieren. In leicht verständlicher Sprache müsste der Leitfaden den Unternehmen die Möglichkeiten der Digitalisierung und der Etablierung neuer Geschäftsmodelle zur Steigerung der Ressourceneffizienz auf Basis der Analyse guter Beispiele aufzeigen. Er sollte die Chancen und Herausforderungen sowie die erforderlichen Schritte, inklusive einer Checkliste, zur Implementierung von Ressourceneffizienz durch Digitalisierung, beschreiben.
- An verschiedenen Stellen wurde von den Experten die Wichtigkeit der Simulation hervorgehoben. Für eine ressourceneffiziente Produktionsplanung und Produktentwicklung spielt der digitale Zwilling eine wichtige Rolle. Er kann auch dazu beitragen, dass weniger physisch im Labor getestet werden muss, sondern über die virtuelle Simulation viele Möglichkeiten der Optimierung des Materialmix oder der Reduktion des Materialinputs durchgespielt werden können. Hier wäre eine **Verbundförderung** denkbar, um Cluster von Produktion und Wissenschaft zu entwickeln und zu verstetigen. Die Digitalisierung von Materialien ist beispielsweise das Ziel der vom BMBF geförderten Innovationsplattform „MaterialDigital“. Dafür sollen Wissenschaft und Praxis bei der Umsetzung von Digitalisierungsaufgaben für Materialien zusammengeführt und unterstützt werden. Parallel sollen auch Werkzeuge entwickelt werden, mit denen sich die Digitalisierung von Materialien auch umsetzen lässt (FIZ Karlsruhe, 2020). Wichtig ist im Rahmen von bestehenden, aber auch neuen **Forschungsförderprogrammen** den Fokus auf Entwicklungen passender digitaler Technologien für Ressourceneffizienz zu legen beziehungsweise zu integrieren. Die oben bereits genannten **Demonstrationsvorhaben** erfüllen nicht nur den Zweck, den Unternehmen die Möglichkeiten der Digitalisierung anschaulich darzustellen, sondern die **Wissenschaft könnte hier neue Ansätze erforschen und weiterentwickeln**, um sie dann gemeinsam mit industriellen Partnern in die Praxis zu bringen.

Empfehlungen an die Unternehmen

- Unternehmen sollten überprüfen, ob ein geändertes/neues Geschäftsmodell über Digitalisierung für ihre Produkte/Dienstleistungen zukunftsweisend ist. Hierfür könnten vorhandene **Beratungsangebote** genutzt werden. Für den Start kann ein Lotsensystem für die Erstberatung, wie es im Rahmen von KMU-innovativ möglich ist (s.o.), hilfreich sein.
- Unternehmen sollten für den Einstieg den **geplanten KMU-Leitfaden** nutzen, um sich hier über Best-Practice-Beispiele über verschiedene Möglichkeiten zur Anpassung des Geschäftsmodells zu informieren.
- Zur Entwicklung von innovativen digitalen Geschäftsmodellen können **Kooperationen mit innovativen Startups oder aber auch der Wissenschaft** ein zielführender Weg sein, auch um komplett neue Ideen entwickeln zu können. Hier müssen mögliche Kooperationspartner gesucht und kontaktiert werden. Auch der **Einstieg in Demonstrationsvorhaben** können hier neue Wege für digitale ressourceneffiziente Geschäftsmodelle darstellen.

Ziel 7: Unternehmen bei der Umsetzung von umfassenden digitalen Lösungen unterstützen

Befund: In vielen Unternehmen, vor allem in der Industrie, fehlen digitale Komplettlösungen. Insellösungen führen nicht zu einer umfassenden Digitalisierung. Hemmschwellen sind die fehlende Finanzkraft für den Aufbau einer komplett digitalisierten Anlage und die fehlende Nachrüstbarkeit bestehender Anlagen. Es fehlen zudem häufig passende, auf das Unternehmen spezifizierte Softwarelösungen, vor allem in der Industrie, oder es ist zu aufwändig, eingekaufte Softwarelösungen anzupassen oder der Unterstützungsbedarf ist zu hoch. Einige Unternehmen, vor allem in der Industrie, sehen aber auch Hemmnisse bei der Umsetzung digitaler Lösungen für Ressourceneffizienz, da es an Know-how und Partnern in der Wertschöpfungskette fehlt (Kapitel 5.2.4).

Empfehlungen an die Politik

- Zentral ist, dass Digitalisierung ganzheitlich und strukturiert zusammengeführt gedacht wird und es keine Inseln der Datensammlung/-auswertung von verschiedenen Prozessen mehr gibt. Wichtige Schlagwörter sind hier Durchgängigkeit aller Prozesse, Transparenz und Vergleichbarkeit über Standards. Die digitale Fabrik kann diese Anforderungen erfüllen. Allerdings wurde auch angemerkt, dass eine dezentrale Datenerfassung in den einzelnen Unternehmensbereichen auch sinnvoll sein kann, solange es **gemeinsame Standards** gibt. In der Produktentwicklung spielt eine standardisierte Überführung von Daten auch eine wichtige Rolle. Progress III adressiert bereits die Standardisierungs- und Normungsbedarfe zu Ressourceneffizienz in Industrie 4.0 als prioritäre Maßnahme (BMU, 2020). Für die Datenübertragung auch in internationalen Wertschöpfungsnetzen sind klare Regeln und internationale Abstimmungsprozesse notwendig. Deswegen sollten diese Bemühungen in Bezug auf **Normen und Standards** von der Bundesregierung auch im Hinblick auf Ressourcenaspekte weiter forciert und schnellstmöglich umgesetzt werden.

- Legacy Systeme und Strukturen sind das größte Hemmnis für eine durchgängige Digitalisierung der Prozesse (siehe auch Kapitel 5.2.5). Denn die Umrüstung von Bestandsanlagen mit digitaler Technik wie Sensorik ist wesentlich anspruchsvoller als die Entwicklung von Neuanlagen. Entscheidend für den Erfolg von Digitalisierung als Enabler für Ressourceneffizienz war bei einigen Unternehmen im Rahmen der Experteninterviews die Möglichkeit, „from scratch“ eine neue Fertigung aufzusetzen. Unternehmen benötigen hierfür gebündelt einen Überblick über vorhandene Fördermöglichkeiten in den Bereichen Ressourceneffizienz, Digitalisierung, Industrie 4.0 (s. o.) (**gebündelte Informations- und Beratungsangebote**). KMU benötigen hier **Fördermöglichkeiten**, um den **Neubau beziehungsweise Umbau von digitalisierten Anlagen** umsetzen zu können. Hier sollten bestehende Fördermöglichkeiten hinsichtlich ihrer Geeignetheit überprüft und bei Bedarf angepasst werden.
- Unternehmen benötigen auch häufig **Beratung** bei der Entscheidung, ob fertige Softwarelösungen eingekauft oder selbst entwickelt werden sollen. Die richtige Software spielt eine entscheidende Rolle für die erfolgreiche Umsetzung der gesteckten Ziele, allerdings stellt die Softwareentwicklung auch einen großen Kostenfaktor dar und Know-how und Kompetenzen müssen verfügbar sein. Auch diskutiert wurde die Problematik der Abhängigkeit von eingekaufter Software, da hier viel Support und nachträgliche Individualisierung der gekauften Lösungen notwendig ist, was Zeit und Geld kostet. Hier könnten Unternehmen, insbesondere KMU, über **Beratungsangebote** unterstützt werden.
- Es gibt Ressourceneffizienzpotenziale in der deutschen Industrie, die mit einer verbesserten Digitalisierung gehoben werden können. Wichtig ist es, vorhandene Hemmnisse, in den Unternehmen, darunter vor allem in KMU, zu adressieren. Dafür ist es wichtig, dass Unternehmen über ein entsprechendes Wissen und Kompetenzen verfügen, um neue Lösungen entwickeln zu können. Der im Rahmen dieser Studie **geplante Praxisleitfaden für KMU** kann hier einen wesentlichen Beitrag zur Erhöhung der Akzeptanz leisten und erste Informationen über Anlaufstellen liefern.

Empfehlungen an die Unternehmen

- Es ergeben sich durch die Digitalisierung positive Skaleneffekte für die Ressourceneffizienz, die jedoch schwer messbar sind. Die Umsetzung einer **Komplettlösung** sorgt zunächst für höhere Investitionen und benötigt Humankapital für die Zukunft. Dabei ist unsicher, ob man dadurch auch wirklich höhere Ressourceneffizienz erreichen wird. Häufig überfordern solche Komplettlösungen auch KMU aufgrund der Komplexität. Notwendig ist, dass die Unternehmen Eignungsanalysen und Machbarkeitsuntersuchungen für Komplettlösungen durchführen. Zudem ist die Zusammenarbeit zwischen Unternehmen zentral, aber Transparenz und Effizienz bedeutet insbesondere für KMU auch Kostendruck. Einerseits sollten Synergieeffekte insgesamt besser genutzt werden, gleichzeitig sollte Unternehmen in früheren Wertschöpfungsstufen nicht für ihr Bemühen bestraft werden, indem Kostenreduktionen gefordert werden. Die Vor- und Nachteile gilt es abzuwägen. Der geplante Praxisleitfaden kann hier erste Informationen liefern.

7 Literaturverzeichnis

Bardt, Hubertus / Kempermann, Hanno / Lichtblau, Karl, 2013, Deutsche Unternehmen im Wettbewerb um Rohstoffe – Versorgungsrisiken und Absicherungsstrategien; IW-Analyse, Nr. 93, Köln

Bardt, Hubertus / Neligan, Adriana, 2019, Der Rohstoffverbrauch nimmt in Europa ab, IW-Kurzbericht, Nr. 25, Köln

Becker, Wolfgang et al. (Hrsg.), 2019, Geschäftsmodelle in der digitalen Welt, https://doi.org/10.1007/978-3-658-22129-4_2 [25.9.2019]

Behrendt, Siegfried / Erdmann, Lorenz, 2010, Querschnittstechnologien. Innovationssprünge für Ressourceneffizienz, Explorationsstudie im Auftrag des VDI Zentrum für Ressourceneffizienz, Berlin

BGR – Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, 2019, Deutschland – Rohstoffsituation 2018 https://www.bgr.bund.de/DE/Themen/Min_rohstoffe/Downloads/rohsit-2018.pdf;jsessionid=ABDDB9C7E8AE9DB05A616A326585C3BE.1_cid292?__blob=publicationFile&v=5 [15.10.2020]

Biebeler, Hendrik, 2014, Steigerung der Materialeffizienz in Unternehmen. Bedingungen, Aktivitäten, Hemmnisse und ihre Überwindung, IW Analyse, Nr. 98, Köln

BMBF – Bundesministerium für Bildung und Forschung, 2015, Weiße Biotechnologie – Chancen für eine biobasierte Wirtschaft, https://www.bmbf.de/upload_filestore/pub/Weisse_Biotechnologie.pdf [3.11.2020]

BMU – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit, 2016, Deutsches Ressourceneffizienzprogramm II, Programm zur nachhaltigen Nutzung und zum Schutz natürlicher Ressourcen, https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Pool/Broschueren/progress_ii_broschuere_bf.pdf [29.10.2020]

BMU, 2020, Deutsches Ressourceneffizienzprogramm III, 2020 – 2023, Programm zur nachhaltigen Nutzung und zum Schutz der natürlichen Ressourcen, https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Ressourceneffizienz/progress_iii_programm_bf.pdf [31.7.2020]

BMWi – Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, 2020, Leitfaden 5G-Campusnetze – Orientierungshilfe für kleine und mittelständische Unternehmen, https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Digitale-Welt/leitfaden-5g-campusnetze-orientierungshilfe-fuer-kleine-und-mittelstaendische-unternehmen.pdf?__blob=publicationFile&v=10 [17.11.2020]

Brüggemann, Anke, 2019, Circular Economy als Schlüssel für nachhaltiges Wirtschaften und Ressourcensicherheit, KfW Research Fokus Volkswirtschaft, Nr. 258, 19. Juli 2019,

<https://www.kfw.de/PDF/Download-Center/Konzernthemen/Research/PDF-Dokumente-Fokus-Volkswirtschaft/Fokus-2019/Fokus-Nr.-258-Juli-2019-Kreislaufwirtschaft.pdf> [17.11.2020]

Bundesregierung, 2018a, Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie – Aktualisierung 2018, Berlin

Bundesregierung, 2018b, Ein neuer Aufbruch für Europa Eine neue Dynamik für Deutschland Ein neuer Zusammenhalt für unser Land Koalitionsvertrag zwischen CDU, CSU und SPD 19. Legislaturperiode, <https://www.bundesregierung.de/resource/blob/975226/847984/5b8bc23590d4cb2892b31c987ad672b7/2018-03-14-koalitionsvertrag-data.pdf?download=1> [23.9.2020]

Bundesregierung, 2020, Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie Weiterentwicklung 2021, Dialogfassung, <https://www.bundesregierung.de/resource/blob/998006/1793018/15bb73b6ead4666c62c00cfb893f2eff/dns2021-dialogfassung-data.pdf?download=1> [27.11.2020]

Corbin, Juliet M. / Strauss, Anselm L., 2008, Basics of qualitative research: techniques and procedures for developing grounded theory (3rd ed.), Thousand Oaks, Calif.: Sage Publications, Inc.

E.ON – E.ON Energie Deutschland GmbH, 2020, E.ON Energieatlas, <https://energieatlas.eon.de/gruene-energiemeister/buerger/oekostromnutzer> [12.11.2020]

Econsense, 2012, Herausforderung Ressourceneffizienz. Meinungen, Beispiele und Management-Instrumente, Berlin

FIZ Karlsruhe, 2020, MaterialDigital, <https://www.fiz-karlsruhe.de/de/forschung/materialdigital> [18.11.2020]

Fraunhofer IAO, 2010, Relevanz der Ressourceneffizienz für Unternehmen des Produzierenden Gewerbes, Ergebnisse der Datenerhebung über die Relevanz des Themas Ressourceneffizienz im Produzierenden Gewerbe Deutschlands, Stuttgart

Fritsch, Manuel / Lichtblau, Karl, 2020, The digital economy in Germany: Data availability and initial estimates, forthcoming

Giegrich, J. / Liebich, A. / Lauwigi, C. / Reinhardt, J., 2012, Indikatoren / Kennzahlen für den Rohstoffverbrauch im Rahmen der Nachhaltigkeitsdiskussion [nur online]. Umweltforschungsplan des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, im Auftrag des Umweltbundesamtes, UBA-Texte 1/2012, <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/indikatoren-kennzahlen-fuer-den-rohstoffverbrauch> [27.6.2019]

Gründerszene, 2019, Early Adopter, Lexikon, <https://www.gruenderszene.de/lexikon/begriffe/early-adopter> [20.11.2020]

Kleeberg, Kirstin et al., 2016, Bewertung innovativer Technologien zur Steigerung der Ressourceneffizienz. Kernergebnisse der r3-Fördermaßnahme Maßnahme, Arbeitspapier im Rahmen des r3-Integrations- und Transferprojekts

Kristof, Kora et al, 2009, Ressourcensicherheit und Ressourceneffizienz. Wege aus der Rohstoffkrise. Policy Paper zu Arbeitspaket 7 des Projekts „Materialeffizienz und Ressourcenschonung, (MaRes), Paper 7.3, Wuppertal, <https://epub.wupperinst.org/frontdoor/index/index/docId/3276> [25.6.2019]

Lang-Koetz, Claus / Pastewski, Nico / Rohn, Holger, 2010, Identifying New Technologies, Products and Strategies for Resource Efficiency, in: Chemical Engineering and Technology 2010, 33. Jg., Nr. 4, S. 559–566

Lange, Ulrike, 2017, Ressourceneffizienz durch Remanufacturing. Industrielle Aufarbeitung von Altteilen, VDI ZRE Publikationen: Kurzanalyse Nr. 18, Berlin

Mattes, Katharina / Lerch, Christian / Jäger, Angela, 2015, Ressourceneffiziente Produktion jenseits technischer Lösungen, Modernisierung der Produktion, Mitteilungen aus der ISI-Erhebung, Ausgabe 69

Neligan, Adriana / Schmitz, Edgar, 2017, Digitale Strategien für mehr Materialeffizienz in der Industrie. Ergebnisse aus dem IW-Zukunftspanel, IW-Report Nr. 3, Köln

Rohn, Holger / Pastewski, Nico / Lettenmeier, Michael, 2013, Ressourceneffizienz. Potenziale von Technologien, Produkten und Strategien, Stuttgart

Sartorius, Christian / Gandenberger, Carsten, 2016, Entwicklung der Innovationsdynamik bei Ressourceneffizienztechnologien, RohPolRess, Kurzanalyse Nr. 8, Karlsruhe/Darmstadt/Berlin

Schebeck, Liselotte, 2018, Ressourceneffizienz durch 4.0. Potenziale für kleine und mittlere Unternehmen (KMU) im Verarbeitenden Gewerbe, in: Thiel, Stephanie / Thomé-Kozmiensky, Elisabeth / Goldmann, Daniel (Hrsg.), Recycling und Rohstoffe, Band 11, Neuruppin

Schmidt, Mario et al, 2017, 100 Betriebe für Ressourceneffizienz – Band 1. Praxisbeispiele aus der produzierenden Wirtschaft, Berlin / Heidelberg

Schröter, Marcus, 2011, Relevanz der Produktionsphase für eine ressourceneffiziente Produktgestaltung, Praxisdialog „Ressource- und materialeffiziente Produktgestaltung, Vortrag am 2.11.2011 im BMWi, Berlin

Schröter, Marcus / Lerch, Christian / Jäger, Angela, 2011, Materialeffizienz in der Produktion und Verbreitung von Konzepten zur Materialeinsparung im Verarbeitenden Gewerbe, Endberichterstattung an das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi),

http://www.deutsche-rohstoffagentur.de/DERA/DE/Downloads/frauenhofer_materialeffizienz_2014.pdf?__blob=publicationFile&v=3 [1.9.2016]

Statistisches Bundesamt, 2020a, Produzierendes Gewerbe. Kostenstruktur der Unternehmen des Verarbeitenden Gewerbes sowie des Bergbaus und der Gewinnung von Steinen und Erden, 2018, Fachserie 4, Reihe 4.3, Wiesbaden

Statistisches Bundesamt, 2020b, Produzierendes Gewerbe. Kostenstruktur der Unternehmen des Rechtlichen Einheiten im Baugewerbe, 2018, Fachserie 4, Reihe 5.3, Wiesbaden

Tukker, A., 2004, Eight types of Product-Service System: Eight ways to sustainability? Experiences from SusProNet, in: Business Strategy and the Environment, 13. Jg., Nr. 4, S. 246 – 260

VDI ZRE – Zentrum Ressourceneffizienz, 2017a, Ressourceneffizienz durch Industrie 4.0. Potentiale für KMU des verarbeitenden Gewerbes, Studie im Auftrag des BMU, https://www.ressource-deutschland.de/fileadmin/Redaktion/Bilder/Newsroom/Studie_Ressourceneffizienz_durch_Industrie_4.0.pdf [7.8.2019]

VDI ZRE, 2017b, Ressourceneffizienz durch Maßnahmen in der Produktentwicklung, Kurzanalyse Nr. 20, Berlin

VDI ZRE, o. J.a, Was ist Ressourceneffizienz, <https://www.ressource-deutschland.de/themen/allgemeines/was-ist-ressourceneffizienz/> [19.2.2019]

VDI ZRE, o. J.b, Fördermöglichkeiten im Bereich Ressourceneffizienz, <https://www.ressource-deutschland.de/instrumente/foerderung-und-beratung/> [17.11.2020]

Weber, Thomas / Stuchtey, Martin, 2019, Deutschland auf dem Weg zur Circular Economy, Erkenntnisse aus europäischen Strategien – Vorstudie, https://circulareconomy.europa.eu/platform/sites/default/files/circular_economy_web_final.pdf [17.11.2020]

Werland, Stefan et al, 2014, Nexus Ressourceneffizienz und Energiewende. Eine Analyse der Wechselwirkungen, PolRes Reihe Nexus-Analysen, Berlin

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2-1: Stichprobe der Unternehmensbefragung20

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2-1: Zentrale Fragen der Studie	14
Abbildung 2-2: Projektablauf.....	14
Abbildung 2-3: Inhalte der Befragung	19
Abbildung 2-4: Übersicht Begriffscluster „Ressourceneffizienz und Digitalisierung“	21
Abbildung 3-1: Warum und wie steigern Unternehmen Ressourceneffizienz?.....	24
Abbildung 3-2: Abgrenzung von Ressourceneffizienz	26
Abbildung 3-3: Wege und Ansatzpunkte zur Steigerung der Ressourceneffizienz.....	28
Abbildung 3-4: Typisierung betrieblicher Maßnahmen für Ressourceneffizienz	30
Abbildung 3-5: Ressourceneffizienz ist vor allem „weniger verbrauchen“	32
Abbildung 3-6: Wer erfolgreich Material einspart, hat seine Ziele klarer vor Augen.....	34
Abbildung 3-7: Maßnahmen auf der Produktebene	36
Abbildung 3-8: Maßnahmen auf der Prozessebene.....	38
Abbildung 3-9: Digitalisierte Unternehmen nutzen Maßnahmen intensiver	40
Abbildung 4-1: Digitalisierung als Enabler für Ressourceneffizienz	42
Abbildung 4-2: Definition von Digitalisierung	44
Abbildung 4-3: Aktueller Stellenwert von Themen in Unternehmen	47
Abbildung 4-4: Treiber von Digitalisierung und Ressourceneffizienz	48
Abbildung 4-5: Zusammendenken der beiden Themen noch eher selten.....	51
Abbildung 4-6: Mit zunehmender Digitalisierung eher ganzheitliche Betrachtung	52
Abbildung 4-7: Digitalisierte Unternehmen sparen Material erfolgreicher.....	55
Abbildung 4-8: Digitalisierung von Ressourceneffizienzmaßnahmen.....	57
Abbildung 4-9: KMUs in der Industrie seltener hochgradig digitalisiert	58
Abbildung 4-10: Material-/Energieeinsparungen durch Digitalisierung	62
Abbildung 4-11: Weitere Ressourceneinsparpotenziale noch vorhanden	63
Abbildung 5-1: Vorteile: Einsatz von digitalen Tools für Ressourceneffizienz	67
Abbildung 5-2: Herausforderungen für Unternehmen	68
Abbildung 5-3: Übersicht der Cluster und Subcluster von digitalen Technologien	71
Abbildung 5-4: Wettbewerb und Nachfrage sorgen für digitale Geschäftsmodelle	75
Abbildung 5-5: Digitale Technologien nach Fortschritt.....	80
Abbildung 5-6: Daten: Erkennen und Umsetzen von Ressourceneffizienzpotenzial.....	83
Abbildung 5-7: Wertschöpfungsnetze: Vernetzen, nachverfolgen und vergleichen	85
Abbildung 5-8: Neues Angebot: Neue Produkte/Dienste durch Digitalisierung.....	86
Abbildung 5-9: Wer erfolgreich Material spart, sieht Vorteile der Digitalisierung.....	87
Abbildung 5-10: Hemmnisse bei der Umsetzung digitaler Komplettlösungen	89
Abbildung 5-11: Fehlende passende Softwarelösungen wirken hemmend	90
Abbildung 5-12: Know-how und Partner auch eine Voraussetzung	91
Abbildung 5-13: Fehlende Information und digitale Infrastruktur	92
Abbildung 5-14: Gesetzliche Rahmenbedingungen noch verbesserbar	93
Abbildung 5-15: Wünsche an die Politik.....	94
Abbildung 5-16: Erwartungen der Unternehmen an die Politik	96

Abbildung 5-17: Kurz- und langfristiger Nutzen der Digitalisierung	98
Abbildung 5-18: Verschiebungen durch die Digitalisierung	99
Abbildung 5-19: Förderung des Klimaschutzes durch Digitalisierung für Ressourceneffizienz	100
Abbildung 5-20: Verbreitung in der betrieblichen Wirtschaft	104
Abbildung 5-21: Verbreitung in der betrieblichen Wirtschaft – Top 10-Branchen.....	106
Abbildung 5-22: Verbreitung in der betrieblichen Wirtschaft nach Größenklassen	107
Abbildung 5-23: Verbreitung in der betrieblichen Wirtschaft nach Kreisen.....	109