

Neligan, Adriana; Schmitz, Edgar

Research Report

Digitale Strategien für mehr Materialeffizienz in der Industrie: Ergebnisse aus dem IW-Zukunftspanel

IW-Report, No. 3/2017

Provided in Cooperation with:

German Economic Institute (IW), Cologne

Suggested Citation: Neligan, Adriana; Schmitz, Edgar (2017) : Digitale Strategien für mehr Materialeffizienz in der Industrie: Ergebnisse aus dem IW-Zukunftspanel, IW-Report, No. 3/2017, Institut der deutschen Wirtschaft (IW), Köln

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/157205>

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.



Digitale Strategien für mehr Materialeffizienz in der Industrie

Ergebnisse aus dem IW-Zukunftspanel

Autoren:

Adriana Neligan

Telefon: 030-27877-128

E-Mail: neligan@iwkoeln.de

Edgar Schmitz

Telefon: 0221-4981-733

E-Mail: schmitz@iwkoeln.de

6. Februar 2017

Inhalt

Zusammenfassung	3
1. Dauerbrenner Ressourceneffizienz reloaded	4
2. Materialeffizienz als unternehmerischer Erfolgsfaktor	6
3. Unternehmerische Strategien für mehr Materialeffizienz	10
3.1 Datengrundlage	10
3.2 Relevanz von materialeffizienzsteigernden Maßnahmen	11
3.3 Weitere Potenziale zur Steigerung der Materialeffizienz	15
3.4 Die Rolle der Digitalisierung	18
4. Fazit	23
Literatur	25

JEL-Klassifikation:

Q55: Umweltökonomie: Technologische Innovation

Q32: Erschöpfbare Ressourcen und wirtschaftliche Entwicklung

D21: Produktion und Organisation: Unternehmensverhalten

O32: Technischer Wandel: Management technologischer Innovationen und F&E

Zusammenfassung

Diese Studie liefert auf Basis von Befragungsergebnissen aus dem IW-Zukunftspanel erstmalig Erkenntnisse zur Relevanz der Digitalisierung bei Maßnahmen zur Steigerung der Materialeffizienz. Bisher dominieren im Verarbeitenden Gewerbe eher klassische effizienzsteigernde Maßnahmen, die die Herstellungsprozesse optimieren, aber auch neue Techniken und Materialien kommen zum Einsatz. Grundlegende Weichenstellungen für eine moderne Kreislaufwirtschaft sind in vielen Unternehmen noch nicht vorhanden, da es noch nicht so verbreitet ist, Materialien im großen Stil bereits beim Produktdesign, über eine Kreislaufführung oder neue Geschäftsmodelle, einzusparen. Die Materialeinsparpotenziale sind in der Industrie noch nicht erschöpft und bei optimalen Einsatz der verfügbaren technischen Möglichkeiten, könnten nach Auffassung der Unternehmen noch weitere 3 bis 4 Prozent eingespart werden. Bezogen auf den Wert der in Deutschland aus dem In- und Ausland bezogenen Menge an mineralischen Rohstoffen liegt das realisierbare Einsparpotenzial somit bei knapp 2 Milliarden Euro.

Maßnahmen für mehr Materialeffizienz sind bislang nur selten hochgradig digitalisiert und wenn dann – vor allem bei großen Unternehmen – am ehesten bei der Prozessoptimierung. Rund zwei Fünftel der Unternehmen sind bei den wichtigsten industriellen Effizienzmaßnahmen – Prozessoptimierung und der Verwendung neuer Techniken zumindest im mittleren Maße digitalisiert, aber mehr als ein Drittel auch noch gar nicht. Am häufigsten sind Unternehmen bei der betriebsübergreifenden Kreislaufführung überhaupt digitalisiert, eine Maßnahme, die jedoch nur von zwei Fünftel der Industrieunternehmen angewandt wird.

Es besteht noch Potenzial für mehr Digitalisierung bei Produktdesign, Kreislaufführung und neuen Geschäftsmodellen. Obwohl mindestens jedes zweite verarbeitende Unternehmen über eine interne Kreislaufführung Rest- und Abfallstoffe wiederverwertet, spielen digitale Netze bei zwei Fünfteln dieser Unternehmen bisher keine und bei weiteren zwei Fünfteln nur eine kleine Rolle. Nur etwa jedes zehnte Unternehmen ist stark digital vernetzt. Mehr als jedes zweite Industrieunternehmen nutzt Maßnahmen, die beim Produktdesign ansetzen, um Ressourcen zu schonen. Bisher ist fast die Hälfte dieser Unternehmen nicht digital vernetzt – und wenn doch eher nur geringfügig. Ein Drittel der Industrieunternehmen sieht bisher in neuen Geschäftsmodellen einen effizienzsteigernden Weg. Davon sind drei von zehn dieser Unternehmen bisher nicht digitalisiert, weitere zwei Fünftel nur geringfügig. Unternehmen, die Digitalisierung bereits strategisch verankert haben, sind Vorreiter auf dem Weg zu mehr Materialeffizienz, da sie öfter materialeffizienzsteigernde Maßnahmen intensiv nutzen, eher weitere Einsparpotenziale erkennen und dann auch deutlich häufiger im hohen Maße digitalisiert sind.

1. Dauerbrenner Ressourceneffizienz reloaded

Weltweit sind in den letzten Jahren der Verbrauch natürlicher Ressourcen und das Abfallaufkommen stark gestiegen. Verstärkt wird dies durch das Wirtschaftswachstum der aufstrebenden Schwellenländer. Vor allem in den westlichen Industriestaaten findet eine relative Entkopplung von Wirtschaftswachstum und Ressourcenverbrauch statt. Eine weiterhin stark wachsende Weltbevölkerung wird auch einen steigenden Rohstoffbedarf mit sich bringen. Heute leben rund 7,3 Milliarden Menschen auf der Erde, die aktuellsten Prognosen der Vereinten Nationen gehen von 9,7 Milliarden in 2050 aus (UN, 2015). Die effiziente Nutzung natürlicher Ressourcen steht bei Politik und Wirtschaft schon seit Jahren auf der Agenda – einerseits um die Wettbewerbsfähigkeit zu erhöhen, andererseits um die Umwelt zu schonen.

Das Ziel, den Einsatz natürlicher Ressourcen von der wirtschaftlichen Entwicklung und dem Klimaschutz weiter zu entkoppeln, gewinnt auch international immer mehr an Bedeutung. Zu nennen sind hier vor allem die globalen Nachhaltigkeitsziele (SDGs) und das G7-Treffen in 2015 unter deutscher Präsidentschaft, bei dem das Thema Ressourceneffizienz nicht nur auf der Tagesordnung stand, sondern auch die G7-Allianz für Ressourceneffizienz initiiert wurde. Auf dem kommenden G20-Treffen in 2017 soll das Thema auf die Agenda kommen und auch langfristig bleiben.

Auf europäischer Ebene wird im Rahmen des EU-Aktionsplans für eine Kreislaufwirtschaft angestrebt, mehr Ressourceneffizienz durch ressourcenschonenderes Produktdesign, sogenanntes Ökodesign, zu erreichen. Hierfür soll vor allem die Ökodesign-Richtlinie als wesentliches politisches Instrument dienen.

Politisch wurde auf nationaler Ebene bereits im Jahr 2002 in der Nachhaltigkeitsstrategie festgelegt, Deutschlands Rohstoffproduktivität bis 2020 gegenüber 1994 zu verdoppeln (Bundesregierung, 2002, 93). Dies würde laut Biebeler (2014) bedeuten, dass der absolute Materialeinsatz bei einem jährlichen Wirtschaftswachstum von 2 Prozent um mehr als ein Sechstel sinken müsste, bei einem Wachstum von 1,5 Prozent um gut ein Viertel und bei einem Wachstum von 1 Prozent um ein Drittel. Mit dem Deutschen Ressourceneffizienzprogramm (ProgRess) folgten in 2012 Leitideen, Handlungsansätze und Maßnahmen zur Steigerung der Ressourceneffizienz. Dabei wird alle vier Jahre über die Entwicklung der Ressourceneffizienz in Deutschland berichtet, die Fortschritte bewertet und das Ressourceneffizienzprogramm fortentwickelt. Die erste Fortschreibung (ProgRess II) erfolgte in 2016. Damit war die Bundesregierung eines der ersten europäischen

Länder mit einem umfassenden strategischen Konzept zur Steigerung der Ressourceneffizienz (BMUB, 2016a und 2016b).

Auch die deutsche Wirtschaft steht zur Sicherung der künftigen Rohstoffversorgung vor der Herausforderung, mit den verfügbaren Ressourcen schonend umzugehen. Begrenzte natürliche Ressourcen bei einer steigenden globalen Rohstoffnachfrage sorgen dafür, dass viele deutsche Unternehmen bereits Maßnahmen ergreifen, um den Ressourcenverbrauch soweit wie möglich zu minimieren. Entscheidend für weitere Steigerungen der Ressourceneffizienz wird jedoch künftig das Denken in kompletten Kreisläufen sein, indem der gesamte Lebenszyklus-Spannungsbogen einer Ressource – von der Bereitstellung (Extraktion/Aufbereitung) über ihre Nutzung (Produktion/Konsum) bis hin zur wiedergewinnenden Nachsorge (Kreislaufwirtschaft) – betrachtet wird. Um dem Überverbrauch an wertvollen Ressourcen zu begegnen, gibt es grundsätzlich zwei wesentliche Ansatzpunkte für Unternehmen:

- weniger Ressourcen verbrauchen: Erhöhung der Ressourceneffizienz und Abfallvermeidung durch besseres Ökodesign der Produkte und
- Ressourcen mehrmalig verwenden: mehr Einsatz von Sekundärrohstoffen durch verbesserte Wiederwendung und Recyclingfähigkeit (Kreislaufwirtschaft).

Die zunehmende Verschmelzung moderner Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) mit klassischen industriellen Prozessen bietet weitere Möglichkeiten, die Ressourceneffizienz in Unternehmen zu steigern. Die Digitalisierung und Vernetzung der industriellen Produktion, die in Deutschland unter dem Stichwort Industrie 4.0 momentan in aller Munde sind, wecken hohe Erwartungen in Bezug auf eine ressourceneffizientere Produktionsweise. Trotz einer steigenden Zahl an Studien, die sich mit den Chancen und Herausforderungen von Industrie 4.0 beschäftigen (zum Beispiel Bitkom/Fraunhofer IAO, 2014; IW Consult/FIR, 2015; McKinsey, 2015; PWC, 2015), gibt es bislang keine vertiefte ökonomische Untersuchung darüber, wie Ressourceneffizienz durch die zunehmende digitale Vernetzung konkret gesteigert werden kann. Lediglich in der PWC-Studie aus dem Jahr 2015 gaben 18 Prozent der Unternehmen an, sich durch Industrie 4.0 Effizienzgewinne (Rohstoffe und Energie) zu versprechen.

Laut Roland Berger (2016), deren Experten sechs GreenTech-Leitmärkte analysieren, steht der GreenTech-Leitmarkt Rohstoff- und Materialeffizienz auch erst am Anfang des digitalen Wandels und das zusätzlich erzielbare Marktvolumen durch die Digitalisierung wird für diesen Markt bisher lediglich auf unter 2 Milliarden Euro bis 2025 geschätzt. Beim Leitmarkt Kreislaufwirtschaft wird mit 6 Prozent das

höchste zusätzliche Wachstum infolge der Digitalisierung prognostiziert, was einem absoluten Marktvolumen von 2 Milliarden Euro entspricht. In den meisten anderen GreenTech-Leitmärkten wie insbesondere der Energieeffizienz (7 Milliarden Euro) werden absolut bereits höhere Potenziale gesehen.

Das Ziel dieser Studie ist zu identifizieren, ob die Digitalisierung beim Thema Ressourceneffizienz in den Unternehmen bereits angekommen ist. Mit dem Fokus auf die Materialeffizienz wird untersucht, ob die digitale Vernetzung bereits eine Rolle für eine materialeffizientere Produktionsweise spielt. Betrachtet werden hierfür Umfrageergebnisse aus der Sommerwelle 2016 des IW-Zukunftspanels.

2. Materialeffizienz als unternehmerischer Erfolgsfaktor

Unternehmen benötigen unterschiedlichste Materialien zur Herstellung ihrer Produkte und Dienstleistungen: Metalle, Kunststoffe, Chemikalien, Holz, Papier und eine Vielzahl anderer Rohstoffe. Deswegen ist die Auseinandersetzung mit dem Thema Materialeffizienz für Unternehmen sehr wichtig, ist es doch mit Kosteneinsparungen und größerer Planungssicherheit verbunden. Unter Materialeffizienz wird das Verhältnis der eingesetzten Materialien zur Ausbringungsmenge verstanden. Dabei handelt es sich beispielsweise um die zur Erstellung einer Tonne Roheisen erforderliche Menge an Eisenerz. Je geringer der Materialeinsatz (bei gegebenem Output) oder je höher die Ausbringungsmenge (bei gegebenem Materialeinsatz), desto höher ist die Materialeffizienz (Techert, 2012).

Gründe für Unternehmen, Material sparsam einzusetzen, gibt es genug: Erstens die Verringerung der Materialkosten, zweitens die Wettbewerbsvorteile, die durch einen effizienteren Einsatz entstehen, und drittens der Schutz der Umwelt. Laut einer Unternehmensbefragung im Rahmen des IW-Zukunftspanels aus dem Jahr 2012 sind Hauptgründe zur Steigerung der Materialeffizienz für Industrieunternehmen vor allem hohe/volatile Materialpreise, Wettbewerbsvorteile durch höhere Qualität und die Selbstverpflichtung zum Umweltschutz. Das Versorgungsrisiko landet an letzter Stelle und spielt dennoch bei knapp jedem dritten produzierenden Unternehmen eine Rolle (Biebeler, 2014).

Die deutsche Industrie steht mit ihrer starken Exportorientierung im harten globalen Wettbewerb – kosteneffiziente Produktionsstrukturen sind somit zwingend notwendig und ein wesentlicher unternehmerischer Erfolgsfaktor. Materialkosten stellen einen wesentlichen Kostenblock im deutschen Verarbeitenden Gewerbe dar. Häufig werden zur Darstellung der Materialkosten, die in der Kostenstrukturerhebung

verfügbaren Daten zum Materialaufwand hinzugezogen. Klammert man die Kosten für energetisch genutzte Stoffe aus, kommt die Kostenstrukturerhebung auf einen Materialaufwand im Verarbeitenden Gewerbe von beträchtlichen 825 Milliarden Euro im Jahr 2014. Das entspricht 43 Prozent des Bruttoproduktionswerts¹ und liegt somit noch deutlich vor den Kosten für Personal (18 Prozent) und Handelsware (12 Prozent). Allerdings erfasst das Statistische Bundesamt im Posten Materialverbrauch² mehr als die reinen Materialkosten, da es neben den Kosten für Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe auch Aufwendungen für fremdbezogene Vorprodukte, zum Beispiel Fremdbauteile, mit einschließt. Damit handelt es sich nach dieser Definition nur zum Teil um Rohstoffkosten und der Aufwand für Material wird hier deutlich höher bewertet. Da es nicht möglich ist, die fremdbezogenen Vorprodukte sinnvoll herauszurechnen, wird in diesem Bericht in Abschnitt 3.3 darauf verzichtet, realisierbare Materialeinsparpotenziale auf Basis dieser Statistik auszuweisen.

Neben dem Kostenaspekt spielt Materialeffizienz auch zur Sicherung einer breiten und zuverlässigen Rohstoffversorgung eine Rolle. Deutschland hat als Industrienation einen hohen Bedarf an mineralischen Rohstoffen. Einen wesentlichen Teil seiner Rohstoffversorgung mit nicht-erneuerbaren (abiotischen) Rohstoffen, insbesondere mit Steine- und Erden Rohstoffen, kann Deutschland aus heimischer Förderung beziehen. Somit ist die Eigenversorgung mit diesen Rohstoffen ganz oder zumindest anteilig sichergestellt:

- In 2013 waren drei Viertel der inländischen Entnahme in Höhe von über 1 Milliarden Tonnen abiotische Rohstoffe: mineralische Rohstoffe (56 Prozent), fossile Energieträger (19 Prozent) und Metallerze (0,04 Prozent). Nur ein Viertel ist biotischer Natur (Biomasse) (UGR, 2015).
- Bei den mineralischen Rohstoffen dominieren in Deutschland mengenmäßig vor allem Baumineralien. Rund drei Viertel der im Inland gewonnenen mineralischen Rohstoffe waren laut BGR (2016) im Jahr 2015 Bausande und –kiese sowie gebrochene Natursteine.
- Die in Deutschland gewonnene Produktionsmenge an mineralischen Rohstoffen und Energierohstoffen hatten Rechnungen der BGR (2016) zufolge einen Wert von insgesamt 13,4 Milliarden Euro – der Wert für die

¹ Gesamtumsatz ohne Umsatzsteuer plus/minus Bestandsveränderung an unfertigen und fertigen Erzeugnissen plus selbsterstellte Anlagen (Statistisches Bundesamt, 2016).

² Rohstoffe und sonstige fremdbezogene Vorprodukte, Hilfs- und Betriebsstoffe: Fertigungsmaterial, Fremdbauteile, Energie und Wasser, Büro- und Werbematerial sowie nicht aktivierte geringwertige Wirtschaftsgüter, jedoch ohne Handelsware und ohne Kosten für durch andere Unternehmen ausgeführte Lohnarbeiten zu Anschaffungskosten, ohne Umsatzsteuer. Die Energiekosten können herausgerechnet werden (Statistisches Bundesamt, 2016).

heimische Abbaumenge von mineralischen Rohstoffen betrug etwa 7,5 Milliarden Euro.

Auch wenn der mengenmäßig größere Teil der Rohstoffe im Inland gewonnen wird, muss ein für die industrielle Fertigung und die Energieversorgung wichtiger Anteil – vor allem Metallrohstoffe und viele Hightech-Rohstoffe, einzelne Industriemineralien und die meisten Energierohstoffe – aus dem Ausland bezogen werden. Der Bedarf an Metallerzen wird beispielsweise fast vollständig importiert. Bei Metallen kommt ein großer Teil der Erze nicht in Form von Rohstoffen, sondern bereits als Halbwaren, zum Beispiel als Metalle oder als Fertigwaren in Form von Vorerzeugnissen wie Rohre, Bleche und Drähte beziehungsweise von Enderzeugnissen wie Guss- und Schmiedestücke und Maschinenteilen nach Deutschland:

- In 2013 wurden insgesamt 624 Millionen Tonnen Rohstoffe (kumulierte Rohstoffimporte) – davon mit gut 500 Millionen Tonnen überwiegend abiotische Rohstoffe (Energie und mineralische Rohstoffe) – in unterschiedlichen Verarbeitungsgraden nach Deutschland eingeführt. Fast drei Fünftel der Gesamtimporte kam als Rohstoff, der Rest in Form von Halb- oder Fertigwaren. Mehr als die Hälfte der kumulierten Importe waren Energierohstoffe und deren Erzeugnisse, ein Fünftel waren Erze und deren Produkte, 8 Prozent sonstige Mineralien und ein Fünftel biotischer Natur (UGR, 2015).
- Die kumulierten Importe von mineralischen Rohstoffen von 173 Millionen Tonnen bestanden in 2013 zu zwei Fünftel aus Rohstoffen, zu einem Fünftel aus Halbwaren. Die übrigen zwei Fünftel waren Fertigwaren. Auch die kumulierten Metalleinfuhren in Höhe von 122 Millionen Tonnen sind deutlich höher als die direkten Erzimporte, die in 2013 etwa zwei Fünftel der Gesamtimporte ausmachten. Knapp die Hälfte der kumulierten Metalleinfuhren waren Fertigprodukte, weitere 15 Prozent Halbwaren. Bei den sonstigen mineralischen Rohstoffen sind knapp die Hälfte direkte Rohstoffimporte, ein Drittel Halbwaren und ein Fünftel Fertigwaren (UGR, 2015).
- Im Jahr 2015 wurden laut BGR (2016) abiotische Rohstoffe im Wert von 107 Milliarden Euro nach Deutschland eingeführt: Energierohstoffe (66,1 Milliarden Euro), Metalle als Erze, Konzentrate, Zwischenprodukte, nachgelagerte Produkte einschließlich der ersten Verarbeitungsstufe (38,5 Milliarden Euro) und Nicht-Metalle (2,4 Milliarden Euro). Der Wert der importierten mineralischen Rohstoffe betrug somit im Jahr 2015 gut 41 Milliarden Euro.

Der sparsamere Einsatz von Materialien kann Importabhängigkeiten reduzieren. Die Mehrheit der deutschen Industrieunternehmen, die Metallrohstoffe oder Vorprodukte aus Metall in ihrer Produktion einsetzen, verfolgen laut einer Umfrage im IW-Zukunftspanel aus dem Jahr 2013 vor allem Strategien, die sie unabhängiger vom Lieferanten machen, indem sie langfristige Lieferverträge vereinbaren, Lieferanten diversifizieren aber auch die Materialeffizienz steigern (Bardt et al., 2013).

Entscheidend für weitere Steigerungen der Materialeffizienz 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.

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. In 2015 stammten in Deutschland 42 Prozent des Kupfers, 44 Prozent des Rohstahls und 53 Prozent des Aluminiums aus sekundären Rohstoffen (BGR, 2016). Während Stahl, Basis- und Edelmetalle aufgrund ihres Wertes und der großen anfallenden Mengen schon im hohen Maße wiederverwendet werden, ist dies bei Hochtechnologiemetallen wie Seltenen Erden, Indium oder Germanium in der Regel nicht der Fall (BMW/BMUB, 2015).

Unternehmerische Anreize zur Verbesserung der Materialeffizienz gibt es somit ausreichend. In welcher Form Unternehmen materialeffizienter arbeiten und welche Rolle hierbei die Digitalisierung spielt, darüber geben die folgenden Umfrageergebnisse Aufschluss.

3. Unternehmerische Strategien für mehr Materialeffizienz

Die digitale Transformation betrifft alle gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Bereiche und macht auch vor Entwicklungsprozessen, die die Materialeffizienz betreffen, nicht halt. Auf allen Stufen der Wertschöpfung treffen Unternehmen auf vernetzte Systeme und arbeiten mit Tools und Praktiken, die auf Informations- und Kommunikationstechnologien basieren. Dabei ist ein Wandel erkennbar: Digitale Techniken sind nicht länger rein unterstützende Werkzeuge, sondern verändern Geschäftsmodelle und Prozesse von Unternehmen fundamental. Der Megatrend Digitalisierung ist ein Innovationstreiber, da digitale Daten, Automatisierung, digitale Nutzerschnittstellen und Vernetzung die Grundlage für innovative Systeme zur Vermeidung, Verminderung und Beseitigung von Umweltbelastungen bilden (Roland Berger, 2016).

Inwieweit der digitale Wandel bereits bei Maßnahmen zur Steigerung der Materialeffizienz Einzug erhalten hat, zeigen Ergebnisse aus der Sommerwelle 2016 des IW-Zukunftspanels.

3.1 Datengrundlage

Den Ergebnissen liegen Erhebungen der 27. Welle des IW-Zukunftspanels, die von Juni bis August 2016 durchgeführt wurde, zugrunde. Das IW-Zukunftspanel der IW Consult, einer Tochtergesellschaft des IW Köln, liefert seit 2005 mehrmals pro Jahr Antworten von gut 1.000 Unternehmen auf Fragen des Strukturwandels. Befragt werden Unternehmen der Industrie und Bauwirtschaft sowie Dienstleister, die eng im Verbund mit der Industrie arbeiten. Der Fokus dieser Untersuchung liegt auf dem Verarbeitenden Gewerbe. Hier konnten Antworten von knapp 600 Unternehmen ausgewertet werden (Tabelle 1).

Tabelle 1: Relevante Stichprobe für die Materialeffizienzfragen

Anzahl der Unternehmen nach Mitarbeitergrößenklassen, Verarbeitendes Gewerbe

	Klein	Mittel	Groß	Gesamt
Metall-/Elektroindustrie	147	166	53	366
Sonstiges Verarbeitendes Gewerbe	84	107	32	223
Verarbeitendes Gewerbe	231	273	85	589

Klein: bis 19 Mitarbeiter, mittel: 20 bis 249 Mitarbeiter, groß: ab 250 Mitarbeiter.

Quellen: IW-Zukunftspanel (2016); eigene Berechnungen

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.

Die Ergebnisse liefern Antworten auf die Verbreitung verschiedener Maßnahmen zur Steigerung der Materialeffizienz sowie das dabei genutzte Ausmaß der digitalen Vernetzung. Die Angaben der Unternehmen erlauben es zudem den Materialkostenanteil auf Basis des Materialeinsatzes und Umsatzes, bewirkte Materialeinsparungen und die noch vorhandenen Materialeinsparpotenziale zu ermitteln.

3.2 Relevanz von materialeffizienzsteigernden Maßnahmen

Auf den verschiedenen Stufen der Wertschöpfungskette gibt es mehrere Möglichkeiten, den Materialeinsatz mittels Materialeinsparung (Effizienz im engeren Sinne), Recycling (Wiederverwertung) und Substitution (Ersatz) zu optimieren:

- **Produktplanung:** Produkte können ressourceneffizient designt werden (Ökodesign). Dabei wird bei optimaler Funktion des Produkts für den ganzen Produktlebenszyklus der Materialeinsatz, die Verwendung von Schadstoffen, Emissionen und Abfällen minimiert. Dabei wird nicht nur darauf geachtet, dass der Ressourceneinsatz minimiert wird, sondern auch das Einsatzstoffe zum Beispiel durch neuartige Werkstoffe oder Sekundärrohstoffe ausgetauscht, neue Techniken angewandt und Aspekte des Recycling, Reparierfähigkeit und der Kreislaufführung in einer verwertungsgerechten Produktgestaltung bereits in der Planungsphase berücksichtigt werden.
- **Herstellung:** Bei der Produktion/Erbringung von Dienstleistungen wird darauf geachtet, dass Material sparsam eingesetzt wird 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).

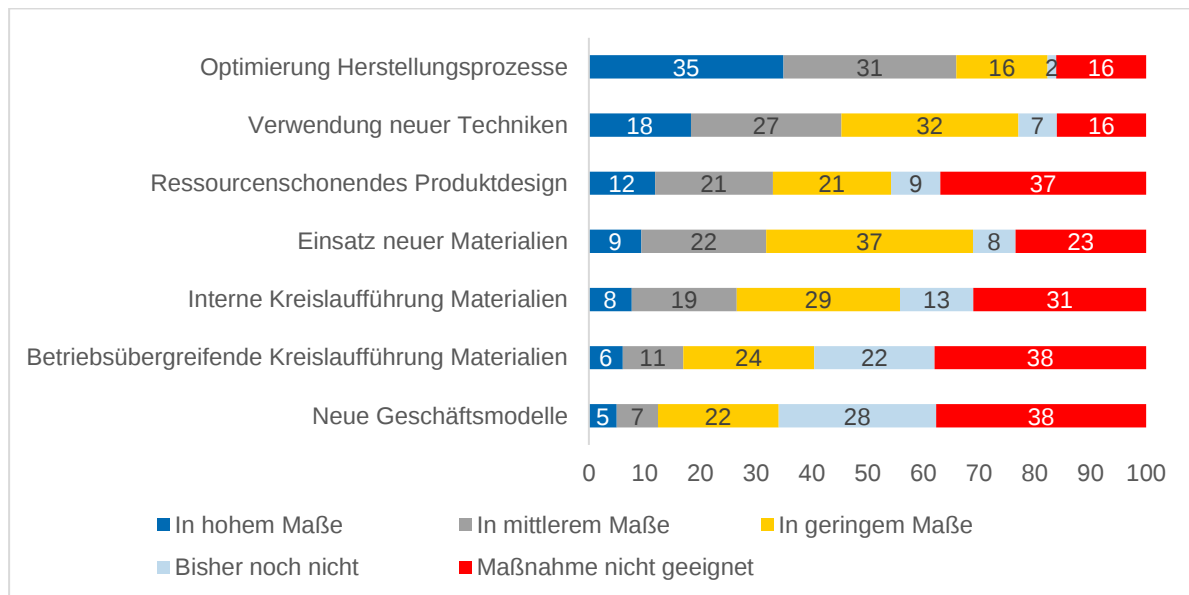
- **Entsorgung:** Einfache Rücknahme/Annahme (neue Geschäftsmodelle), Wiederverwertung von eigenen Rest- und Abfallstoffen über Recycling oder energetische Verwertung, betriebsübergreifende Verwertung und Lieferung von Rest-, Abfallstoffen oder Nebenprodukten sowie die ordnungsgemäße Entsorgung sind hier Beispiele, wie bei der Entsorgung die Materialeffizienz gesteigert werden kann.

Die Befragung im Rahmen des IW-Zukunftspanels zeigt folgendes Bild: Der Verbreitungsgrad und die Anzahl von Materialeffizienzmaßnahmen steigen im Verarbeitenden Gewerbe mit der Unternehmensgröße an. Fast alle Unternehmen wenden zumindest eine Maßnahme an – im Durchschnitt sind es vier verschiedene Ansätze. Selbst bei den kleinen Unternehmen (bis 20 Mitarbeiter) geben neun von zehn an, zumindest einen materialeffizienzsteigernden Ansatz zu verfolgen. Eigentlich alle großen Unternehmen (ab 250 Mitarbeiter) haben mindestens eine – im Durchschnitt sind es etwa fünf Maßnahmen.

In den Industrieunternehmen dominieren bisher klassische Optimierungsmaßnahmen zur Steigerung der Materialeffizienz (Abbildung 1):

- Im Verarbeitenden Gewerbe kommt der Optimierung der Herstellungsprozesse mittels klassischen Maßnahmen wie Vermeidung von Verschnitt/Ausschuss, Einsparung von Büromaterialien sowie bessere Maschinenausleistung weiterhin die größte Bedeutung zu. In einem Drittel der Fälle wird dieser Ansatz sogar im hohen Maße angewendet.
- Neue Techniken werden auch in vielen Fällen – insbesondere bei mittelgroßen Unternehmen – verwendet, um Material einzusparen, aber dann häufiger im kleinen Ausmaße.
- Der Einsatz neuer Materialien kommt bei einem Drittel der Unternehmen zumindest im mittleren Maße zum Tragen. Etwa jedes zehnte Unternehmen setzt neue Materialien im intensiven Ausmaße ein.

Abbildung 1: Genutzte materialeffizienzsteigernde Maßnahmen
Angaben in Prozent der Unternehmen, Verarbeitendes Gewerbe



Quellen: IW-Zukunftspanel (2016); eigene Berechnungen

Für eine in Richtung einer Kreislaufwirtschaft strategischen Ausrichtung sind ressourcenschonendes Produktdesign, interne und betriebsübergreifende Kreislaufführung von Materialien sowie neue Geschäftsmodelle wichtig. Im Verarbeitenden Gewerbe sieht das Bild aber bisher noch anders aus:

- Diese Maßnahmen sind deutlich seltener in Anwendung – und wenn dann eher von geringer bis mittlerer Relevanz. Maßnahmen der Kreislaufführung sind in großen Unternehmen jedoch deutlich gängiger.
- Ein Drittel der Industrieunternehmen sieht bisher in neuen Geschäftsmodellen einen Weg, um Material einzusparen. Neue Geschäftsmodelle oder betriebsübergreifende Kreislaufführung von Materialien kommen bei ungefähr einem Viertel der Industrieunternehmen bisher noch gar nicht als effizienzsteigernde Ansätze zum Tragen. Unabhängig von der Unternehmensgröße finden neue Geschäftsmodelle bisher noch wenig Berücksichtigung in den Unternehmen. Knapp zwei Fünftel der verarbeitenden Unternehmen geben hierzu sogar an, dass diese beiden Maßnahmen ungeeignet für ihre Produktion sind.
- Ähnlich sieht es beim ressourcenschonenden Produktdesign aus. Rund zwei Fünftel halten die Maßnahme für ihre Unternehmen ungeeignet. Gleichzeitig wird ressourcenschonendes Produktdesign bei ungefähr einem Drittel der

Industrie – insbesondere bei mittelgroßen Unternehmen – zumindest im mittleren Maße genutzt; bei der internen Kreislaufführung ist es gut ein Viertel.

Je nach Größe agieren Industrieunternehmen bei den verschiedenen Maßnahmen teilweise unterschiedlich. Bei einigen Maßnahmen fahren mittelgroße verarbeitende Unternehmen (20 bis 249 Mitarbeiter) eine etwas andere Strategie als andere Unternehmen ihrer Branche:

- Betrachtet man die klassischen Effizienzmaßnahmen so sind es vor allem die mittelgroßen Unternehmen, die auf die Optimierung der Herstellungsprozesse und auf neue Techniken setzen. Knapp die Hälfte der mittelgroßen Unternehmen optimiert ihre Herstellungsprozesse intensiv, um Material einzusparen. Neue Techniken setzt vor allem auch diese Unternehmensgruppe zumindest im mittleren Ausmaße ein. Auffällig ist auch, dass knapp die Hälfte der großen Industrieunternehmen die Anwendung neuer Techniken für ihre Produktion sogar als ungeeignet einschätzt, während kleinere Unternehmen dies deutlich seltener so sehen.
- Große Unternehmen bevorzugen eher den Einsatz neuer Materialien, zum Beispiel neuartige Werkstoffe, wenn auch in geringerem Maße zur Erhöhung der Materialeffizienz. Etwa jedes zweite große Unternehmen setzt neue Materialien geringfügig ein; ein weiteres Drittel zumindest im mittleren Ausmaße. Dagegen ist dieser Weg für mindestens jedes vierte kleine und mittelständische Unternehmen keine Option. Auch setzt gut drei Fünftel der großen Unternehmen Maßnahmen zur Kreislaufführung zumindest im mittleren Ausmaß ein, nur ungefähr jedes zehnte große Unternehmen jedoch im hohen Maße.
- Knapp jedes zweite mittelgroße Unternehmen nutzt das ressourcenschonende Produktdesign als Effizienzmaßnahme zumindest im mittleren Maße. Dagegen setzt mehr als die Hälfte der großen Unternehmen etwas weniger intensiv beim Produktdesign an, um die Materialeffizienz zu steigern, und deutlich seltener wird diese Maßnahme für ungeeignet erachtet als bei kleineren und mittelgroßen Unternehmen.

In Biebeler (2014) wird der Verbreitungsgrad verschiedener Ansätze zur Steigerung der Materialeffizienz auch auf Basis einer Befragung des IW-Zukunftspanels für das Produzierende Gewerbe aus dem Jahr 2012 dargestellt. Die Ergebnisse sind allerdings nur sehr eingeschränkt vergleichbar, da teilweise andere Ansätze abgefragt und der Grad der Nutzung in anderen Kategorien bewertet wurden. Zudem

liegt der Fokus hier auf dem Verarbeitenden Gewerbe. Während Biebeler (2014) verschiedene klassische Optimierungsmaßnahmen deutlich detaillierter abgefragt hat, wurde in der hier vorliegenden Befragung der Fokus deutlich stärker auf neue Strategien in Richtung einer Kreislaufwirtschaft gelenkt. Zudem wurden den Unternehmen mehr Antwortmöglichkeiten gegeben, den Nutzungsgrad der Maßnahmen zu bewerten. Trotz dieser Unterschiede zeigt sich für das Produzierende Gewerbe in beiden Befragungen, dass klassischen Optimierungsmaßnahmen weiterhin die wichtigste Rolle zukommt, während neue Geschäftsmodelle, ressourcenschonendes Produktdesign und die interne Kreislaufführung deutlich seltener im hohen Maße genutzt werden.

3.3 Weitere Potenziale zur Steigerung der Materialeffizienz

Die Materialeinsparpotenziale sind in der Industrie noch nicht erschöpft. Die ISI-Erhebung „Modernisierung der Produktion 2009“ ermittelte, dass vier Fünftel der Betriebe des Verarbeitenden Gewerbes noch weitere Materialeinsparpotenziale sehen. Ein Fünftel glaubte hier, dass der Materialverbrauch in ihrer Produktion nicht mehr weiter reduziert werden könnte (Schröter/Lerch/Jäger, 2011). Laut VDI ZRE (2015) gaben drei Viertel der verarbeitenden Unternehmen mit 20 bis 1.000 Mitarbeitern an, dass die Potenziale der Ressourceneffizienz in ihrer Branche bisher noch nicht ausgeschöpft wären.

Auch im IW-Zukunftspanel sehen drei Fünftel der Unternehmen mit mehr als 20 Mitarbeitern weitere Einsparpotenziale, wenn sie die verfügbaren technischen Möglichkeiten optimal einsetzen würden. Über alle Größenklassen betrachtet ist es ungefähr ein Drittel des Verarbeitenden Gewerbes. Größere Unternehmen sehen deutlich häufiger weitere Möglichkeiten zur Erhöhung der Materialeffizienz: Bei den mittelgroßen Unternehmen (20-249 Mitarbeiter) ist es gut die Hälfte und bei den großen Unternehmen (ab 250 Mitarbeiter) mehr als vier Fünftel der Unternehmen.

Allerdings zeigt sich auch, dass Unternehmen, die in der Vergangenheit kein oder nur geringfügig Material einsparen konnten, mehrheitlich keine weiteren Möglichkeiten zur Materialeinsparung sehen. Abbildung 2 zeigt die Anteile der Unternehmen und ihre Einschätzung der weiteren Potenziale nach den in den vergangenen fünf Jahren erzielten Materialeinsparungen durch Effizienzmaßnahmen:

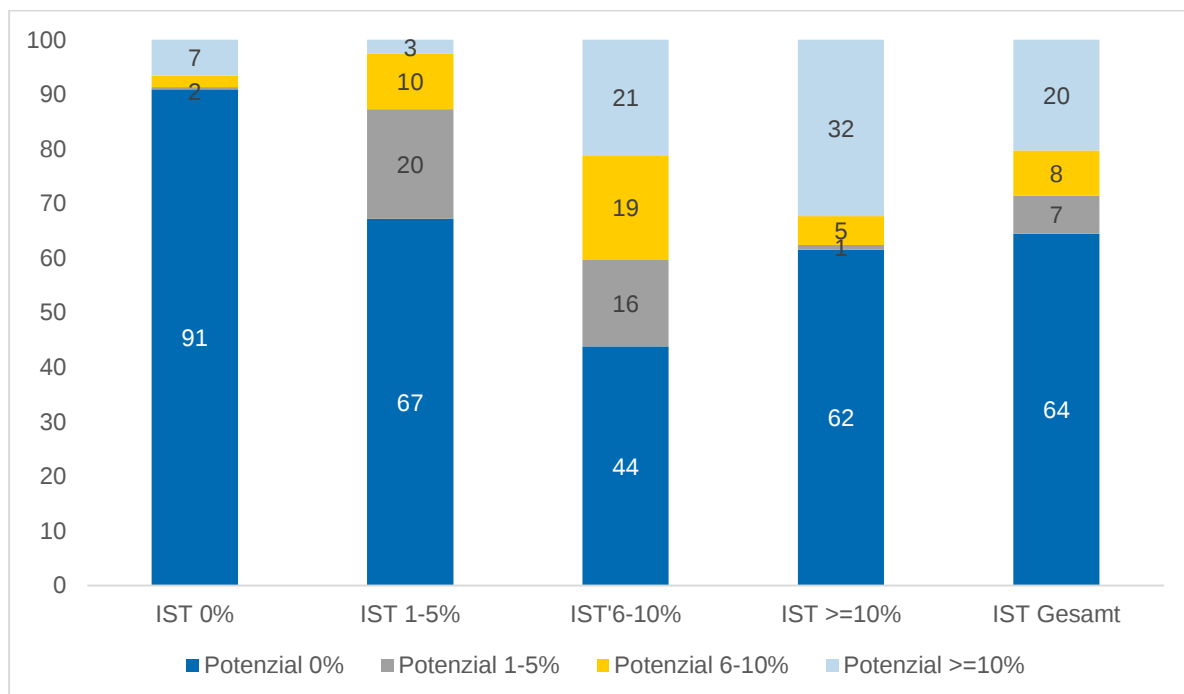
- Ein Fünftel des Verarbeitenden Gewerbes geht sogar davon aus, dass noch mehr als 10 Prozent des Materials eingespart werden könnte. Insbesondere Unternehmen, die in den vergangenen fünf Jahren bereits mehr als

10 Prozent an Material durch die Verfolgung bestimmter Effizienzansätze reduzieren konnten, sehen in einem Drittel der Fälle auch noch erhebliche Einsparpotenziale von mehr als 10 Prozent.

- Neun von zehn Unternehmen, die in den letzten Jahren kein Material einsparen konnten, sehen auch künftig keine Möglichkeiten, mehr einsparen zu können. Zwei Drittel der Unternehmen, die in den letzten Jahren Material um bis zu 5 Prozent einsparen konnten, sehen künftig jedoch auch keine weiteren Optimierungsmöglichkeiten.

Abbildung 2: Materialeinsparpotenziale im Verarbeitenden Gewerbe

Angaben in Prozent der Unternehmen nach Grad der Materialeinsparung in den vergangenen fünf Jahren, Verarbeitendes Gewerbe



IST = Materialeinsparung der letzten fünf Jahren in Prozent zum ursprünglichen Materialeinsatz durch die genutzten materialeffizienzsteigernden Maßnahmen; Potenzial = Weitere mögliche Materialeinsparung in Prozent des aktuellen Materialeinsatzes.

Quellen: IW-Zukunftspanel (2016); eigene Berechnungen

In den vergangenen fünf Jahren konnten die Unternehmen des Verarbeitenden Gewerbes laut IW-Zukunftspanel – unter Berücksichtigung des unterschiedlich hohen Materialaufwandes zwischen den Unternehmen – knapp 8 Prozent (ab 20 Mitarbeiter: 7,9 Prozent, alle: 7,8 Prozent) des ursprünglich benötigten Materials durch Maßnahmen für mehr Materialeffizienz einsparen. Im Verarbeitenden Gewerbe ließe sich im Durchschnitt – auch wieder unter Berücksichtigung des unterschiedlich hohen Materialaufwandes zwischen den Unternehmen – eine weitere Reduzierung des aktuellen Materialeinsatzes (Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe) von knapp 4 Prozent

(ab 20 Mitarbeiter: 3,6 Prozent; alle: 3,5 Prozent) realisieren. In 2009 sahen die Betriebe des Verarbeitenden Gewerbes in der ISI-Erhebung „Modernisierung der Produktion 2009“ ein durchschnittliches Materialeinsparpotenzial von 7 Prozent – (Schröter/Lerch/Jäger, 2011). Die aktuelle Befragung im IW-Zukunftspanel zeigt, dass diese Potenziale mittlerweile erschlossen worden sind und die Unternehmen neue Potenziale zur Materialeinsparung sehen.

Schröter/Lerch/Jäger (2011) kamen unter Verwendung des Materialverbrauchs in der Kostenstrukturerhebung und dem identifizierten durchschnittlichen Materialeinsparpotenzial von 7 Prozent auf Kostensenkungspotenziale von 48 Milliarden Euro. Auch Arthur D. Little/Wuppertal Institut/Fraunhofer ISI (2005) gingen von einem jährlichen Kostensenkungspotenzial von 27 Milliarden Euro durch Materialeffizienzmaßnahmen bis 2016 aus. Alleine für kleine und mittelständische Betriebe bezifferten sie in den neun untersuchten Branchen das Einsparpotenzial zwischen 6 und 13 Milliarden Euro jährlich.

Häufig wird die Umrechnung des Materialeinsparpotenzials in Bezug auf die in der Kostenstrukturerhebung ausgewiesenen Materialkosten (ab 20 Mitarbeiter) für das Verarbeitende Gewerbe vorgenommen. In diesem Falle würde das Einsparpotenzial von 3,6 Prozent (ab 20 Mitarbeiter) aus der hier zugrunde liegenden Umfrage fast 30 Milliarden Euro entsprechen. Allerdings ist davon auszugehen, dass das Einsparpotenzial hier stark überschätzt wird, da der Materialaufwand in dieser Statistik nicht nur Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe, sondern auch fremdbezogene Vorprodukte wie beispielsweise Fremdbauteile enthält. Insbesondere bei Fertigwaren, die nur noch in die Produkte eingebaut werden, haben deutschen Unternehmen kaum bis gar keine Möglichkeiten, die Materialeffizienz selber zu steigern.

Die deutsche Industrie hat einen hohen Bedarf an mineralischen Rohstoffen. Laut BGR (2016) wurden im Jahr 2015 mineralische Rohstoffe im Wert von 48 Milliarden Euro aus heimischen Lagerstätten gewonnen (7,5 Milliarden Euro) und importiert (41 Milliarden Euro). Deutschland führt vor allem Metalle aus dem Ausland ein. Die BGR (2016) beziffert den Wert für Einfuhren von Metalle als Erze, Konzentrate, Zwischenprodukte, nachgelagerte Produkte einschließlich der ersten Verarbeitungsstufe auf 38,5 Milliarden Euro und für Nicht-Metalle auf 2,4 Milliarden Euro. Bezieht man das noch vorhandene Materialeinsparpotenzial auf den Wert der Produktionsmenge aus der inländischen Gewinnung und den Einfuhren von mineralischen Rohstoffen (inklusive der indirekten Importe von Metallen in Form von Halbwaren), dann liegt das absolute Einsparpotenzial mit knapp 2 Milliarden Euro deutlich geringer als in bisherigen Studien. Der Wert steigt nur vernachlässigbar an, wenn man bei den Nicht-Metallen noch grob den Wert der importierten Halbwaren

hinzuschätzt. Da hierfür keine genauen Werte vorliegen, wird an dieser Stelle darauf verzichtet.

Theoretisch sind Einsparungen in ähnlicher Höhe noch einmal möglich, da alleine 40 Prozent der kumulierten Einfuhren von mineralischen Rohstoffen Fertigwaren sind – bei den Erzen sind es sogar 50 Prozent. Voraussetzung hierfür wäre, dass die internationalen Lieferanten in gleichem Umfang die Materialeffizienz steigern und den Kostenvorteil vollständig weitergeben würden. Das ist aber sehr unwahrscheinlich.

3.4 Die Rolle der Digitalisierung

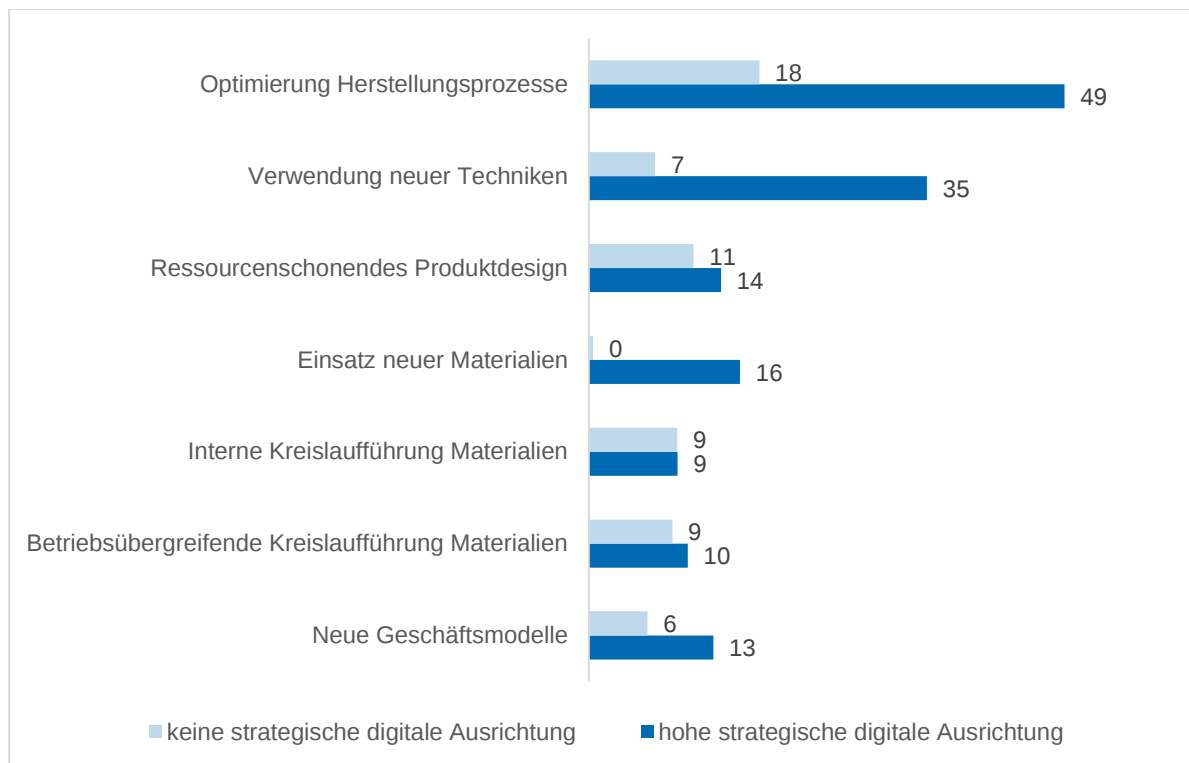
Unternehmen stehen vor der Herausforderung, die digitale Vernetzung in ihre Unternehmensstrategie zu verankern. Die zunehmende digitale Vernetzung in komplexen industriellen Produktions- und Prozessabläufen eröffnet neue Potenziale zur Ressourceneinsparung. Digital integrierte und kooperierende Netze innerhalb und entlang von Wertschöpfungsketten erlauben es, den Ressourceneinsatz zu beobachten, nachzuverfolgen und zu optimieren. Die Verfügbarkeit aller relevanten Informationen in Echtzeit und die Zusammenführung verschiedener Akteure durch intelligente Automatisierungstechnik in industriellen Fertigungsprozessen sorgt nicht nur für eine gleichbleibend hohe Qualität und Planungssicherheit in der Produktion, sondern stellt somit auch die sparsame und effiziente Nutzung von Ressourcen sicher. Zusätzlich können auch neue Geschäftsfelder, beispielsweise der Verkauf einer Leistung anstelle eines Produkts erschlossen werden.

Welche Maßnahmen besonders intensiv von Industrieunternehmen, die bereits eine sehr ausgeprägte Digitalisierungsstrategie haben, genutzt werden, zeigt Abbildung 3:

- Diese Unternehmen setzen deutlich häufiger intensiv neue Techniken und Optimierungsansätze der Herstellungsprozesse ein, aber auch neue Materialien oder neue Geschäftsmodelle als Unternehmen ohne eine strategische Verankerung der Digitalisierung.
- Überraschend ist jedoch, dass sich bei den Maßnahmen der internen und insbesondere bei der betriebsübergreifenden Kreislaufführung die Ergebnisse unabhängig von der Bedeutung der Digitalisierung für das Unternehmen gleichen.

Abbildung 3: Wichtige Maßnahmen in der Industrie nach Digitalisierungsstrategie

Angaben in Prozent der Unternehmen, die Maßnahme im hohen Maße nutzen, Verarbeitendes Gewerbe nach strategischer Ausrichtung auf die digitale Transformation



Mögliche Angaben: in hohem, mittleren, geringem Maße, bisher noch nicht, Maßnahme nicht geeignet.

Quellen: IW-Zukunftspanel (2016); eigene Berechnungen

Je nach Ausmaß der Digitalisierung im Unternehmen wird auch das Einsparpotenzial unterschiedlich bewertet. Während nur jedes vierte verarbeitende Unternehmen ohne Digitalisierungsstrategie weitere Einsparpotenziale sieht, ist es bereits ein Drittel der Unternehmen mit einer ausgeprägten Strategie, die auf den digitalen Wandel ausgerichtet ist. Unternehmen, die Digitalisierung bisher nur geringfügig bis mittelmäßig in ihrer Strategie verankert haben, sehen jedoch häufiger noch weitere Einsparpotenziale: Fast jedes zweite Unternehmen mit einer mittelmäßig auf die Digitalisierung ausgelegten Strategie sieht noch weitere Einsparmöglichkeiten, wenn es die verfügbaren technischen Möglichkeiten bestmöglich einsetzt. Bei den Unternehmen mit einer geringen strategischen digitalen Ausrichtung sind es immerhin mehr als ein Drittel der Unternehmen.

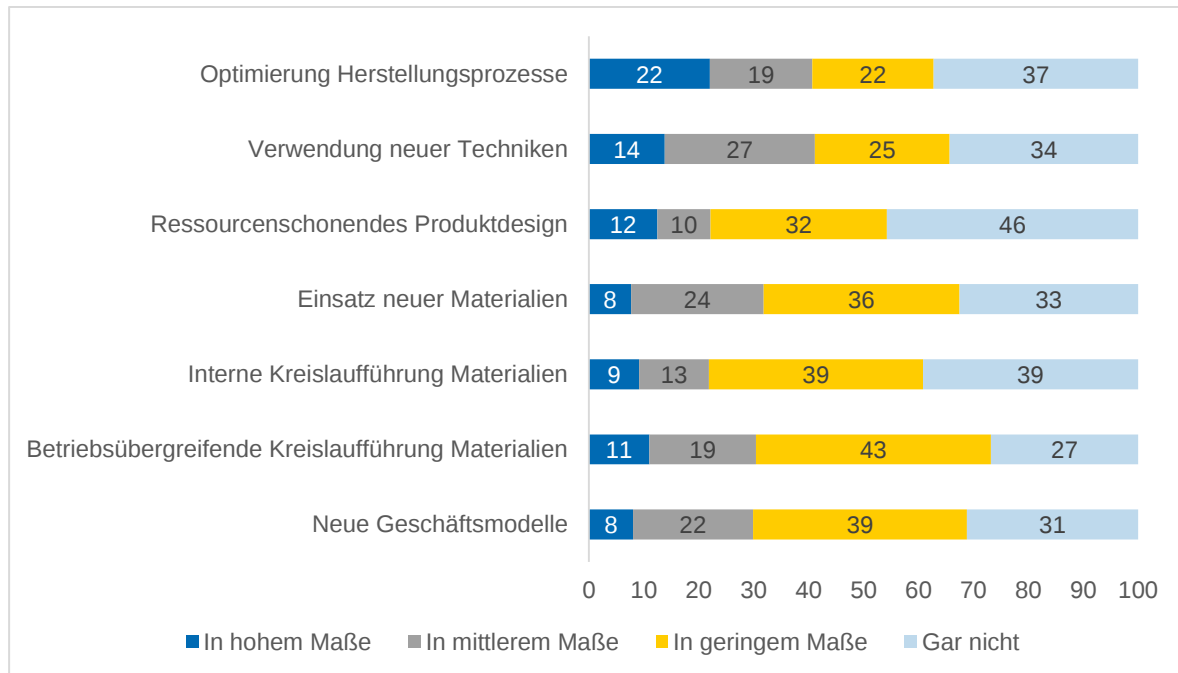
Bisher werden jedoch insgesamt die Möglichkeiten der digitalen Vernetzung bei Maßnahmen zur Steigerung der Materialeffizienz noch nicht oder nur im geringen

Maße genutzt. Nur selten sind die verschiedenen effizienzsteigernden Maßnahmen im hohen Maße digital integriert (Abbildung 4):

- Digitalisierung spielt heute am ehesten – vor allem bei größeren Unternehmen – bei der Optimierung der Herstellungsprozesse und der Verwendung neuer Techniken, den wichtigsten industriellen Effizienzmaßnahmen, eine nennenswerte Rolle. Hier sind rund zwei Fünftel der Unternehmen zumindest im mittleren Maße digitalisiert. Mehr als ein Drittel dieser Unternehmen gab jedoch auch an, bisher noch gar nicht digital vernetzt zu sein. Obwohl auch rund zwei Drittel des Verarbeitenden Gewerbes neue Materialien einsetzt, um Material einzusparen, ist hier ein Drittel gar nicht und ein weiteres Drittel nur minimal digitalisiert.
- Am häufigsten sind die Industrieunternehmen bei betriebsübergreifenden Kreislaufführungen von Materialien überhaupt digitalisiert, eine Maßnahme, die jedoch nur von zwei Fünftel der Industrieunternehmen angewandt wird. Da diese Unternehmen entweder Rest-, Abfallstoffe oder Nebenprodukte für die stoffliche und/oder energetische Verwertung von anderen Betrieben verwenden oder an andere liefern, kann eine digitale Vernetzung den Austausch optimieren. Obwohl mindestens jedes zweite verarbeitende Unternehmen wenigstens geringfügig über eine interne Kreislaufführung Rest- und Abfallstoffe wiederverwertet, spielen digitale Netze bei zwei Fünfteln dieser Unternehmen bisher keine und bei weiteren zwei Fünfteln nur eine kleine Rolle. Nur etwa jedes zehnte Unternehmen ist sehr stark digital vernetzt.
- Mehr als jedes zweite Industrieunternehmen nutzt Maßnahmen, die beim Produktdesign ansetzen, um Materialeinsatz, Schadstoffe, Emissionen und/oder Abfall zu minimieren. Bisher ist fast die Hälfte dieser Unternehmen nicht digital vernetzt – und wenn doch eher nur geringfügig. Größere Unternehmen nutzen beim Produktdesign bereits eher digitale Wege als kleine Unternehmen. Nur gut ein Fünftel dieser Unternehmen nutzen die Digitalisierung für designorientierte Maßnahmen zumindest im mittleren und immerhin ein weiteres Drittel im geringen Ausmaß.
- Ein Drittel der Industrieunternehmen sieht bisher in neuen Geschäftsmodellen einen Weg, um Material einzusparen. Für den Einsatz von neuen Geschäftsmodellen sind drei von zehn dieser Unternehmen bisher nicht digitalisiert, weitere zwei Fünftel nur geringfügig. Drei von zehn der Unternehmen, die neue Geschäftsmodelle nutzen, sind zumindest im mittleren

Maße digitalisiert. In der Gruppe der Unternehmen ab 20 Mitarbeiter sind es nur 20 Prozent.

Abbildung 4: Digitale Vernetzung bei materialeffizienzsteigernden Maßnahmen
Angaben in Prozent der Unternehmen, die die Maßnahme nutzen, Verarbeitendes Gewerbe



Quellen: IW-Zukunftspanel (2016); eigene Berechnungen

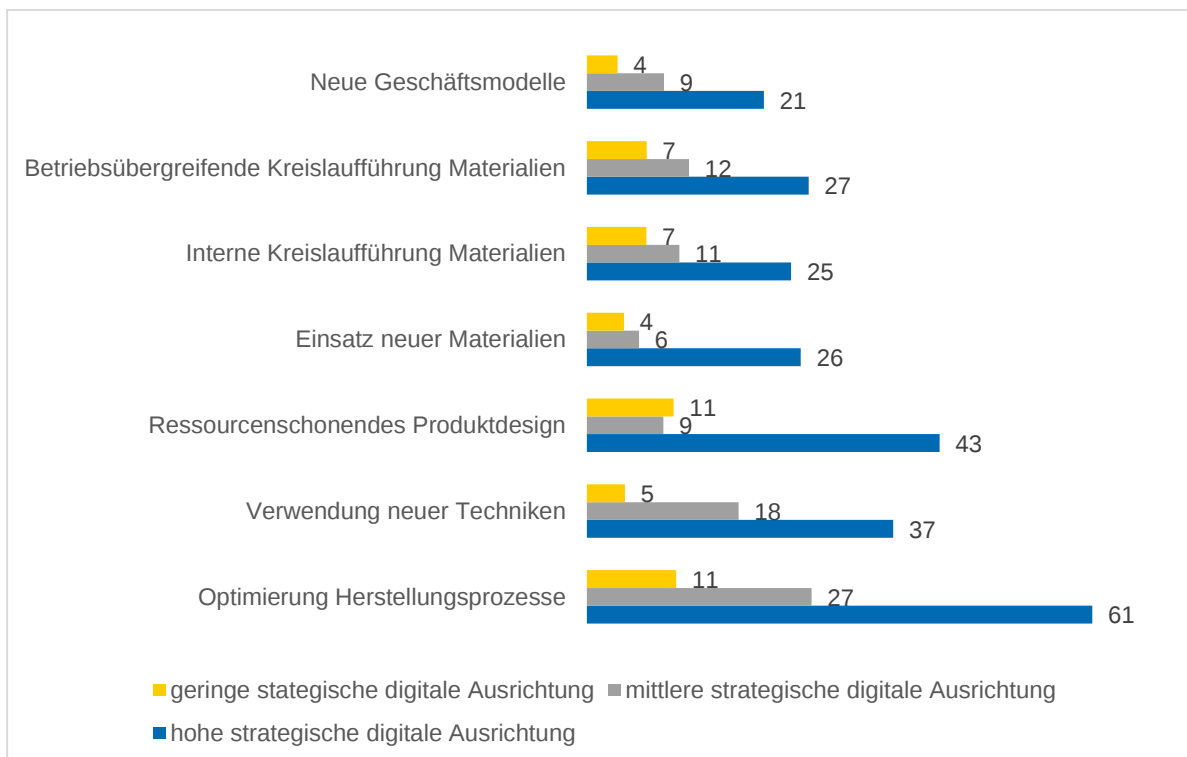
Unternehmen, die ihre Strategie bereits stark auf die digitale Transformation ausgerichtet haben, haben auch ihre Materialeffizienzmaßnahmen deutlich häufiger im hohen Maße digital ausgerichtet (Abbildung 5):

- Unterschiede bei dem intensiven Einsatz von digitalen Netzen bei materialeffizienzsteigernden Maßnahmen zeigen sich hier insbesondere bei der Optimierung der Herstellungsprozesse. Sechs von zehn Industrieunternehmen mit einer ausgeprägten Digitalisierungsstrategie nutzen digitale Netze, um ihre Produktionsprozesse zu optimieren. Im Gesamtdurchschnitt ist es gut ein Fünftel der Unternehmen. Bei Unternehmen mit einer bisher nur geringfügig auf die Digitalisierung ausgerichteten Strategie ist es nur jedes zehnte Unternehmen.
- Grob etwa zwei Fünftel der Industrieunternehmen mit einer klaren Digitalisierungsstrategie sind auch beim ressourcenschonenden Produktdesign und bei der Verwendung neuer Techniken stark digital vernetzt, während der Digitalisierungsgrad bei anderen Unternehmen deutlich geringer ist. Im Gesamtdurchschnitt ist es etwas mehr als jedes zehnte Unternehmen.

- Auch bei den anderen Maßnahmen ist etwa jedes vierte Unternehmen mit im starken Maße ausgeprägten Digitalisierungsstrategien bereits stark vernetzt, während es Unternehmen mit einer geringen und mittleren digitalen Ausrichtung deutlich seltener sind.

Abbildung 5: Digitalisierung bei materialeffizienzsteigernden Maßnahmen

Angaben in Prozent der Unternehmen, die die jeweilige Maßnahme in hohem Maße digitalisiert haben, Verarbeitendes Gewerbe nach strategischer Ausrichtung auf die digitale Transformation



Mögliche Angaben: in hohem, mittleren, geringem Maße, gar nicht.

Quellen: IW-Zukunftspanel (2016); eigene Berechnungen

4. Fazit

Die Steigerung der Materialeffizienz spielt für die Industrie eine zentrale Rolle. Vor dem Hintergrund einer steigenden globalen Rohstoffnachfrage und begrenzten natürlichen Ressourcen ist der schonende Umgang mit weltweit verfügbaren Ressourcen eine zentrale Herausforderung für die deutsche Wirtschaft zur Sicherung der Rohstoffversorgung. Zudem stellt der Materialverbrauch einen erheblichen Kostenfaktor dar.

Bisher nutzt die Industrie vor allem klassische Maßnahmen wie die Optimierung der Herstellungsprozesse mittels der Vermeidung von Verschnitt oder Ausschuss oder besserer Maschinenauslastung. In vielen Fällen werden auch neue Techniken verwendet und in einigen Fällen kommen auch neue Materialien zum Einsatz. Maßnahmen wie ressourcenschonendes Produktdesign, interne und betriebsübergreifende Kreislaufführung von Materialien sowie neue Geschäftsmodelle sind bisher noch nicht so verbreitet. Dabei sind diese Ansätze zentral für eine strategische Neuausrichtung in Richtung einer Kreislaufwirtschaft.

Die Möglichkeiten der digitalen Vernetzung werden bei allen materialeffizienzsteigernden Maßnahmen bisher nur eingeschränkt genutzt. Digitalisierung spielt heute am ehesten – vor allem bei großen Unternehmen – im Zusammenhang mit der Optimierung der Herstellungsprozesse und der Verwendung neuer Techniken, den wichtigsten industriellen Effizienzmaßnahmen, eine nennenswerte Rolle. Am ehesten ist die Digitalisierung bei betriebsübergreifenden Kreislaufführungen von Materialien relevant, eine Maßnahme, die jedoch nur von zwei Fünftel der Industrieunternehmen angewandt wird. Offenbar bestehen hier noch Hemmnisse in den Unternehmen, ihre Prozesse stärker zu digitalisieren.

Es kann künftig noch mehr Material in der Industrie eingespart werden. Das noch verfügbare Materialeinsparpotenzial wird im Verarbeitenden Gewerbe auf 3 bis 4 Prozent geschätzt. Bezogen auf den Wert der in Deutschland aus dem In- und Ausland bezogenen Menge an mineralischen Rohstoffen liegt das Einsparpotenzial somit bei knapp 2 Milliarden Euro. Unbekannt ist jedoch noch, welchen Beitrag die Digitalisierung leistet und welche Kosten gegenübergestellt werden müssten.

Wichtig wäre es künftig noch, die Einsparpotenziale durch die Digitalisierung zu erfassen und die damit verbundenen Kosten gegenüberzustellen sowie die Hintergründe für die fehlende Digitalisierung herauszufinden.

Es gilt noch festzustellen, welches wesentliche Treiber für mehr Materialeffizienz in den Unternehmen sind. Und ein auffälliger Befund ist, dass Unternehmen, die

Digitalisierung bereits heute als wesentlichen Teil ihrer Unternehmensstrategie sehen, öfter materialeffizienzsteigernde Maßnahmen intensiv nutzen und dann auch deutlich häufiger im hohen Maße digitalisiert sind. Zudem sehen Unternehmen ohne strategische digitale Ausrichtung seltener weitere Einsparpotenziale als Unternehmen, die das Thema Digitalisierung grundsätzlich strategisch verankert haben. Unternehmen, die bereits heute auf die digitale Transformation vorbereitet sind, sind somit Vorreiter auf dem Weg zu mehr Materialeffizienz. Geht man davon aus, dass es vor allem innovative Unternehmen sind, die bereits heute ihre Strategien auf die Digitalisierung ausgerichtet haben, dann könnten Innovationen relevante Treiber für mehr Materialeffizienz sein. Ungeklärte Fragen sind also, ob weniger innovative Unternehmen ihre Möglichkeiten für mehr Materialeffizienz bisher unterschätzen und ob Innovationen zu mehr Materialeffizienz führen.

Literatur

ADL – Arthur D. Little GmbH, Wuppertal Institut, Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung, Studie zur Konzeption eines Programms für die Steigerung der Materialeffizienz in Mittelständischen Unternehmen, Abschlussbericht, www.materialeffizienz.de/dateien/fachartikel/studie.pdf [1.11.2106]

Bardt, Hubertus / **Kempermann**, Hanno / **Lichtblau**, Karl, 2013, Rohstoffe für die Industrie, <http://www.iwkoeln.de/studien/gutachten/beitrag/hubertus-bardt-hanno-kempermann-karl-lichtblau-rohstoffe-fuer-die-industrie-115730> [2.5.2016]

BGR – Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, 2016, Rohstoffsituation Deutschland 2015, http://www.bgr.bund.de/DE/Themen/Min_rohstoffe/Downloads/Rohsit-2015.pdf?__blob=publicationFile&v=3 [2.1.2017]

BDI – Bundesverband der Deutschen Industrie, 2016, Ressourceneffizienz 4.0 – Aktuelle Herausforderungen und Anforderungen aus Sicht der Industrie, Positionspapier, http://bdi.eu/media/themenfelder/umwelt/publikationen/20160915_Positionspapier_Ressourceneffizienzpolitik_4.0_15.09.2016.pdf [7.10.2016]

Biebeler, Hendrik, 2014, Steigerung der Materialeffizienz in Unternehmen – Bedingungen, Aktivitäten, Hemmnisse und ihre Überwindung, IW Analyse Nr. 98, Forschungsberichte aus dem Institut der deutschen Wirtschaft Köln, Köln

Bitkom / Fraunhofer IAO, 2014, Industrie 4.0 – Volkswirtschaftliches Potenzial für Deutschland, <https://www.bitkom.org/noindex/Publikationen/2014/Studien/Studie-Industrie-4-0-Volkswirtschaftliches-Potenzial-fuer-Deutschland/Studie-Industrie-40.pdf> [1.9.2016]

BMUB – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, 2016a, Deutsches Ressourceneffizienzprogramm II - Programm zur nachhaltigen Nutzung und zum Schutz der natürlichen Ressourcen, http://www.bmub.bund.de/fileadmin/Daten_BMU/Pool/Broschueren/progress_ii_broschuere_bf.pdf [7.10.2016]

BMUB, 2016b, Das Deutsche Ressourceneffizienzprogramm II – Zusammenfassung, http://www.bmub.bund.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Ressourceneffizienz/progress_II_zusammenfassung_bf.pdf [7.10.2016]

BMWi / BMUB – Bundesministerium für Wirtschaft und Energie/Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, 2015, Ergänzende Informationen zu Ressourceneffizienz und zu Rohstoffen,

<https://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/E/ergaenzende-informationen-zu-ressourceneffizienz-und-zu-rohstoffen,property=pdf,bereich=bmwi2012,sprache=de,rwb=true.pdf> [1.11.2016]

IW Consult / FIR der RWTH Aachen, 2015, Industrie 4.0-Readiness, <http://www.impuls-stiftung.de/documents/3581372/4875835/Industrie+4.0+Readiness+IMPULS+Studie+Oktober+2015.pdf/447a6187-9759-4f25-b186-b0f5eac69974;jsessionid=AD922E7A6E86039440E01BFDF424CAE7> [1.9.2016]

McKinsey & Company, 2015, Industry 4.0 – How to navigate digitization of the manufacturing industry, https://www.mckinsey.de/files/mck_industry_40_report.pdf [1.9.2016]

PWC – Price Waterhouse Cooper, 2015, Industrie 4.0 – Chancen und Herausforderungen der vierten industriellen Revolution, <http://www.strategyand.pwc.com/media/file/Industrie-4-0.pdf> [1.9.2016]

Roland Berger, 2016, Die Digitalisierung in der GreenTech-Branche – Handlungsbedarfe für Unternehmen der Umwelttechnik und Ressourceneffizienz in Deutschland, https://www.rolandberger.com/publications/publication_pdf/roland_berger_greentech_atlas_1.pdf [12.12.2016]

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, 2016, Kostenstrukturerhebung, Kostenstruktur der Unternehmen des Verarbeitenden Gewerbes sowie des Bergbaus und der Gewinnung von Steinen und Erden, https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/IndustrieVerarbeitendesGewerbe/Strukturdaten/Kostenstruktur2040430147004.pdf?__blob=publicationFile [7.10.2016].

Techert, Holger, 2012, Messung von Materialeffizienz in Unternehmen, IW-Trends, Nr. 2, S. 1-14 [1.9.2016]

UGR – Umweltökonomische Gesamtrechnungen, 2015, Umweltnutzung und Wirtschaft, Teil 4: Rohstoffe, Wassereinsatz, Abwasser, Abfall, Ausgabe 2015 [28.12.2016]

UN – United Nations, 2015, Department of Economic and Social Affairs, Population Division, World Population Prospects: The 2015 Revision, Key Findings and Advance Tables, https://esa.un.org/unpd/wpp/Publications/Files/Key_Findings_WPP_2015.pdf [7.10.2016]

VDI ZRE – Zentrum Ressourceneffizienz GmbH, 2015, Status quo der Ressourceneffizienz im Mittelstand Befragung von Unternehmensentscheidern im verarbeitenden Gewerbe 2015, http://www.ressource-deutschland.de/fileadmin/user_upload/downloads/studien/Studie_VDI_ZRE_Status_quo_Ressourceneffizienz_2015.pdf [12.12.2016]