

# Branchenausblick 2030+

Die kunststoffverarbeitende Industrie



## Impressum

BRANCHENAUSBLICK 2030+  
Die kunststoffverarbeitende Industrie

ERSTELLT IM AUFTRAG VON  
Stiftung Arbeit und Umwelt der IG BCE  
• Inselstraße 6, 10179 Berlin  
• Königsworther Platz 6, 30167 Hannover  
Telefon +49 30 2787 14

DURCHFÜHRUNG  
VDI Technologiezentrum GmbH  
Autor\*innen: Simon Beesch, Dr. Norbert Malanowski,  
Jana Steinbach

PROJEKTLEITUNG  
Dr. Kajsja Borgnäs, Stiftung Arbeit und Umwelt der IG BCE  
Malte Harrendorf, Stiftung Arbeit und Umwelt der IG BCE

LEKTORAT  
Gisela Lehmeier, FEINSCHLIFF

SATZ UND LAYOUT  
pandamedien GmbH & Co. KG

TITELBILD  
pandamedien

DRUCK  
Spree Druck Berlin GmbH

VERÖFFENTLICHUNG  
März 2021

BITTE ZITIEREN ALS  
Stiftung Arbeit und Umwelt der IG BCE (2021):  
Branchenausblick 2030+: Die kunststoffverarbeitende  
Industrie. Berlin.

## Vorwort

Kunststoffe lassen sich aus unserem Alltag kaum mehr wegdenken. Künstlich hergestellte Produkte sind umfassend in die Wirtschaft integriert und stellen einen wichtigen Bestandteil vieler Konsum- und Industrieprodukte dar. Sie sind essenziell für Märkte wie die Verpackungsindustrie, die Automobil- oder Möbelbranche sowie die Medizintechnik. Die kunststoffverarbeitende Industrie fertigt damit Bestandteile für Güter anderer Branchen, stellt aber auch Produkte direkt für Endkunden bereit.

Mit dem im Jahr 2019 verkündeten European Green Deal der Europäischen Kommission (EC) ist das Thema „Dekarbonisierung der Industrie“ noch stärker in den Blick gerückt. Europa soll sich nach den Ausführungen der EU zum ersten klimaneutralen Kontinent entwickeln, indem unter anderem energieintensive Industrien, wie zum Beispiel Kunststoffverarbeitung, umgestaltet werden. Diese (und andere) Branche(n) soll(en) sich dabei nicht nur klimaneutral aufstellen, sondern zum Beispiel auch eine dauerhafte Arbeitsplatzsicherheit gewährleisten. Somit stellt die anvisierte Dekarbonisierung für die kunststoffverarbeitende Industrie in Deutschland eine von mehreren großen Herausforderungen dar.

In der Studienreihe „Branchenausblicke 2030+“ untersucht die Stiftung Arbeit und Umwelt der IG BCE aktuelle und zukünftige Entwicklungslinien ausgewählter Branchen im Organisationsbereich der IG BCE, insbesondere mit Blick auf Dekarbonisierung und Nachhaltigkeit. Diese Branchenausblicke sollen als Grundlage für die Entwicklung strategischer Handlungsoptionen dienen und dabei Innovationsakteure unterstützen, den gegenwärtigen und zukünftigen Weg in eine nachhaltige Entwicklung zu gestalten.

Die Bundesrepublik Deutschland und die Europäische Union haben sich ein ambitioniertes Klimaschutzziel gesetzt: Klimaneutralität bis 2050. Im Rahmen des Green Deal wurden die Emissionsminderungsziele für die EU jüngst von -40 auf -55 Prozent bis 2030 im Vergleich zum Jahr 1990 angehoben. Für Deutschland bedeutet dies unter anderem, dass der Ausbau der erneuerbaren Energien deutlich beschleunigt werden muss, dass die CO<sub>2</sub>-Zertifikatsmenge im Rahmen des ETS-Systems (Emissions Trading System) schneller reduziert wird, dass der CO<sub>2</sub>-Preis voraussichtlich steigt und dass dadurch der Dekarbonisierungsdruck auf die ganze Gesellschaft – und insbesondere auf die Industrie – zunimmt. Gleichzeitig ist die Klimapolitik nicht der einzige Prozess, der derzeit die Gesellschaft und die Wirtschaft massiv herausfordert. Die Corona-Krise, die Veränderungen der Globalisierung,

die Digitalisierung und der demografische Wandel haben große Auswirkungen auf alle Akteure.

Wie sind deutsche Industriebranchen von diesen gleichzeitig stattfindenden Transformationstrends betroffen? Welche Stärken und Schwächen mit Blick auf die Dekarbonisierung unter beibehaltener Wettbewerbsfähigkeit zeigen sie auf? Was sind besondere Risiken und Chancen des anstehenden Umbaus hin zu Nachhaltigkeit und langfristiger Leistungsfähigkeit? Und wie werden die Arbeit selbst und die Arbeitnehmer\*innen in der Industrie dadurch betroffen?

In einer Studienreihe – Branchenausblick 2030+ – untersucht die Stiftung Arbeit und Umwelt der IG BCE die Auswirkungen verschiedener Transformationsprozesse auf ausgewählte Industriebranchen. Der Fokus liegt dabei auf technischen, wirtschaftlichen und regulatorischen Potenzialen zu Nachhaltigkeit und Treibhausgasneutralität; aber auch andere, für die Industriebranchen transformative Entwicklungen werden beleuchtet.

Die Studienreihe komplementiert den Szenarienprozess der IG BCE, in dem Zukunftsszenarien und industriepolitische Strategien für die kommende Dekade entwickelt wurden. Obwohl es immer schwierig ist, mittelfristige Prognosen zu industriellen, wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Veränderungen zu machen, ist ein solcher Blick auf aktuelle Trends und Entwicklungstendenzen notwendig, um strategische Antworten auf strukturelle Veränderungen zu entwerfen. Es geht darum, die Zukunftsfähigkeit der Industrie kritisch zu beleuchten, Risiken zu identifizieren und politischen sowie gewerkschaftlichen Handlungsbedarf zu diskutieren.

Unser Ausgangspunkt ist und bleibt, dass die notwendige industrielle Modernisierung mit sozialer Gerechtigkeit, Guter Arbeit und gestärkter Mitbestimmung einhergehen muss. Wir hoffen, mit dieser Studienreihe konstruktiv zur Debatte über die Herausforderungen, die Potenziale und die konkrete Ausgestaltung der sozial-ökologischen Transformation in der deutschen Industrie beizutragen.

Ich freue mich auf den Austausch!

**Dr. Kajsa Borgnäs**

Geschäftsführerin

Stiftung Arbeit und Umwelt der IG BCE

## Die wichtigsten Ergebnisse auf einen Blick:

### Zusammenfassung

Der vorliegende Branchenausblick 2030+ befasst sich mit aktuellen Trends und zurzeit in Wissenschaft, Wirtschaft, Politik und Gesellschaft diskutierten Entwicklungsmöglichkeiten der kunststoffverarbeitenden Industrie. Vor dem Hintergrund der Schwerpunktthematik „Dekarbonisierung und Nachhaltigkeit“ werden wissenschaftliche Publikationen, Pressemitteilungen, Branchenberichte und Veröffentlichungen aus dem Politikbetrieb analysiert und in Zusammenhang gesetzt. Im Folgenden werden die wichtigsten Ergebnisse und die Kernaspekte der jeweiligen Handlungsfelder zusammengefasst.

#### Technologische und gesellschaftliche Megatrends

- Digitalisierte Prozesse, Produkte und Dienstleistungen verbreiten sich zunehmend in der kunststoffverarbeitenden Industrie. Es werden regelmäßig aktuelle Lösungen des Industrie-4.0-Konzepts, zum Beispiel in Forschung und Produktion, umgesetzt, wie die Echtzeitdatenanalyse, der 3-D-Druck, die Automatisierung von Produktionsabläufen oder effizientere Kommunikation innerhalb der Wertschöpfungskette. Digitale Entwicklungs- und Einflussmöglichkeiten werden auch im Bereich der Emissionsreduktion und Kreislaufwirtschaft gesehen.
- Wie die Digitalisierung beeinflusst die spürbare Zunahme global vernetzter und globalisierter Lieferketten Entwicklungs- und Produktionsprozesse. Der Trend, die Produktion geografisch in neue Absatzmärkte wie China und Osteuropa auszulagern, hat die Industrie in den vergangenen Jahren geprägt und wird trotz partieller Rückverlagerungen aller Voraussicht nach bestehen bleiben. Zudem entsteht für deutsche Kunststoff-Unternehmen im Angesicht rasant wachsender Konkurrenz aus China ein zunehmender Druck, den lokalen Markt in Europa federführend zu bedienen.

#### Rahmensetzungen durch Kunststoff- und Klimastrategien

- National sowie international setzen diverse Strategien und Entwicklungskonzepte wie der Klimaschutzplan 2050 der Bundesregierung oder der European Green Deal beziehungsweise der europäische Aktionsplan zur Kreislaufwirtschaft der Europäischen Kommission

Bedingungen und Richtlinien, die – wie andere Industrien – die kunststoffverarbeitende Industrie betreffen. Zu den Zielsetzungen gehören zum einen die Reduzierung des Treibhausgasausstoßes und zum anderen Maßnahmen zur Verbreitung und Effizienzsteigerung von Kreislauf- und Wiederverwertungsprozessen.

- Die Kunststoffstrategie der Europäischen Union gibt unter anderem vor, ab 2021 den Verkauf von Einwegartikeln aus Kunststoff zu verbieten und ab 2030 alle Kunststoffverpackungen kosteneffizient recycelbar herzustellen. Außerdem befindet sich derzeit eine Vorlage zu einer Kunststoffsteuer in Arbeit, die ab 2021 greifen soll und gegenwärtig bereits kontrovers diskutiert wird.

#### Fachkräftesicherung

- Die kunststoffverarbeitende Industrie sieht sich einem zunehmenden Fachkräftemangel ausgesetzt. Freibleibende Ausbildungsplätze und das teils negativ wahrgenommene Image der Branchen in der jungen Bevölkerung stehen symptomatisch für eine recht geringe Attraktivität der angebotenen Ausbildungsberufe. Um diesem Trend zukünftig entgegenzuwirken, werben Branchenverbände bei Unternehmen für ein offensiveres Bildungsmarketing. Zudem könnte mit einer weiteren Verbreitung des dualen Studiums die Industrie als potenzieller Arbeitgeber attraktiver für angehende Fachkräfte werden.
- Wie auch in anderen verarbeitenden Industrien spielt die Weiter- und Fortbildung (Stichwort „lebenslanges Lernen“) in der kunststoffverarbeitenden Industrie eine zunehmend größere Rolle. Die sich durch die Digitalisierung und andere technologische sowie demografische Megatrends wandelnden Bedarfe und Anforderungen sowohl von Beschäftigten als auch von Arbeitgeber\*innen führen zu stetig längeren Lernphasen. Spezialisierte und aktuelle Themen behandelnde Weiterbildungen sollen ebenso wie Vorsorgekonzepte die Gesundheit und Leistungsfähigkeit von Arbeitskräften über das gesamte Arbeitsleben sicherstellen.

### Emissionsreduzierung und Kreislaufwirtschaft

- Die Reduzierung der innerhalb der Wertschöpfungskette entstehenden Treibhausgase soll sukzessive voranschreiten. Um dieses Ziel zu erreichen, bedarf es konkreter Regulierungen und Richtlinien, die die Veränderungen der nächsten Jahre in der kunststoffverarbeitenden Industrie stark prägen werden. Hierbei wird die gezielte Förderung von „grünen“ Innovationen und Forschungs- und Entwicklungsprojekten von hoher Bedeutung sein, die sich beispielsweise mit Energiesparmöglichkeiten, alternativen Rohstoffen und Wiederverwertungskonzepten befassen.
- Zudem bedarf es einer Vernetzung lokal involvierter Akteure, die gemeinsam neuartige Lösungen erarbeiten, um Abfallmengen und Emissionen zu verringern, und die gleichzeitig die Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen erhalten. Leuchtturmprojekte können sowohl als Vorbild für Forschungsaktivitäten dienen, als auch dem Imagegewinn und steigendem gesellschaftlichen Engagement zuträglich sein.

### Mitbestimmung und Arbeitsbedingungen

- Mitbestimmungsakteuren wie Betriebsräten und Gewerkschaft kommt in Zeiten der Transformation eine besondere Bedeutung zu. Arbeitstechnische Veränderungen im Zuge der Globalisierung, Digitalisierung und des demografischen Wandels bieten dabei sowohl Chancen als auch Herausforderungen. Einerseits ermöglichen diese Veränderungen enorme Wachstumspotenziale, andererseits kommt Interessenvertretungen verstärkt die Aufgabe zu, die Bedarfe der Beschäftigten im Hinblick auf die genannten Entwicklungen verstärkt zu berücksichtigen.
- Ebenso führt die Nachhaltigkeits-Transformation zu Veränderungen in strategischen Ausrichtungen (zum Beispiel Produktpalette), der Arbeitsorganisation und der organisatorischen Abläufe. Es wird für die Arbeit von Betriebsräten und Gewerkschaft zukünftig zentral sein, anvisierte sozial-ökologische Zielsetzungen mit ökonomischem Wachstum und Arbeitsplatzsicherheit sowie Arbeitszufriedenheit in Einklang zu bringen.

### Corona-Pandemie

- Umfragen und statistische Auswertungen zeigen, dass die Corona-Pandemie die Teilbranchen unterschiedlich trifft. Industrien, die sich im Bereich Entwicklung und Produktion stark nachgefragter Produkte befinden, stoßen an ihre Kapazitätsgrenzen. Dazu gehören auf der einen Seite die Sektoren Lebensmittel, Pharma und Medizin. Auf der anderen Seite beklagen etwa Automobilzulieferer starke Nachfrage- und Umsatzeinbrüche.

- Lieferketten haben sich im Zuge der Pandemie ebenfalls verändert. Weltweit wurden Export-Restriktionen eingeführt, was zu einer temporären Verknappung stark nachgefragter Güter beigetragen hat. In diesem Zusammenhang wird öffentlich zunehmend über verstärkte Inlandsproduktionen und Rückverlagerungen diskutiert. Zudem haben die Corona-Pandemie Einfluss auf die Arbeitsorganisation in der kunststoffverarbeitenden Industrie. Branchenbefragungen zeigen, dass in besonders beeinträchtigten Teilindustrien seit dem Beginn der Pandemie vermehrt auf Kurzarbeitsmodelle gesetzt wird. Des Weiteren wird für Büromitarbeiter\*innen häufig Heimarbeit ermöglicht und in der Produktion Schichtarbeit eingesetzt.

## Inhalt

<b>Vorwort</b> .....	<b>3</b>
<b>Die wichtigsten Ergebnisse auf einen Blick: Zusammenfassung</b> .....	<b>4</b>
<b>1. Einleitung: Zum Hintergrund des Branchenausblicks 2030+</b> .....	<b>8</b>
<b>2. Eckdaten der Branche</b> .....	<b>10</b>
2.1 Geografische Einordnung in Deutschland und Europa .....	12
2.2 Unternehmensstruktur und Beschäftigung .....	13
2.3 Innovationslandschaft .....	17
2.4 Zwischenfazit: Ausgangslage der Branche .....	19
<b>3. Transformationstrends: Digitalisierung, Globalisierung, demografischer Wandel, Corona-Pandemie</b> .....	<b>20</b>
3.1 Digitalisierung .....	20
3.2 Globalisierung .....	21
3.3 Demografischer Wandel und Fachkräftebedarf .....	23
3.4 Die Corona-Pandemie beeinflusst weltweit Abfallmengen und Lieferketten .....	24
<b>4. Transformationstrends: Nachhaltigkeit und Treibhausgasneutralität</b> .....	<b>27</b>
4.1 Kreislaufwirtschaft .....	27
4.2 Biobasierte und biologisch abbaubare Kunststoffe .....	29
4.3 Steigerung der Energieeffizienz durch Digitalisierung und additive Fertigung .....	30
4.4 Wasserstoff .....	31
4.5 CCU .....	31
4.6 Neue Wertschöpfungspotenziale .....	31
4.7 Zwischenfazit: Transformationstrends .....	32
<b>5. Rahmenbedingungen in der kunststoffverarbeitenden Industrie</b> .....	<b>33</b>
5.1 Politische Rahmenbedingungen auf mehreren Ebenen .....	33
5.2 Gesellschaftliche Rahmenbedingungen .....	34
5.3 Zwischenfazit: Rahmenbedingungen .....	36
<b>6. SWOT-Analyse</b> .....	<b>37</b>
<b>7. Innovations- und industriepolitische Handlungsoptionen für eine erfolgreiche Transformation</b> .....	<b>40</b>
7.1 Handlungsfeld Aufbau eines klaren und nachhaltigen Zukunftsbildes .....	40
7.2 Handlungsfeld Kreislaufwirtschaft und Dekarbonisierung .....	40
7.3 Handlungsfeld Fachkräftemangel und Beschäftigungsfähigkeit .....	41
7.4 Handlungsfeld Mitbestimmung und Arbeitsbedingungen .....	41
7.5 Handlungsfeld Corona-Phase und Post-Corona-Phase .....	42
<b>Literaturverzeichnis</b> .....	<b>43</b>

## Abbildungsverzeichnis

<b>Abbildung 1:</b> Überblick Kunststofftypen und Anwendungsfelder .....	11
<b>Abbildung 2:</b> Anteile der kunststoffverarbeitenden Industrie nach Branchen, 2019 .....	11
<b>Abbildung 3:</b> Weltweite Kunststoffproduktion in Mio. Tonnen, 2018 .....	12
<b>Abbildung 4:</b> Plastikproduktion in Mio. Tonnen, 2018 .....	12
<b>Abbildung 5:</b> Beschäftigte nach Sektoren in der kunststoffverarbeitenden Industrie .....	13
<b>Abbildung 6:</b> Anzahl gemeldeter Arbeitsstellen nach Regionen, Jahresvergleich .....	15
<b>Abbildung 7:</b> Veränderungsraten offener Arbeitsstellen Juni 2019–Juni 2020, Regionalvergleich .....	15
<b>Abbildung 8:</b> Veränderung der Produktionsintensitäten der kunststoffverarbeitenden Industrie .....	16
<b>Abbildung 9:</b> Veränderung der Umsätze in Mrd. € .....	17
<b>Abbildung 10:</b> Entwicklung der Gesamtinvestitionen in Mrd. € .....	17
<b>Abbildung 11:</b> Aufwendungen für FuE in der gummi- und kunststoffverarbeitenden Industrie, in Mrd. € .....	18
<b>Abbildung 12:</b> Innovationsintensität in der gummi- und kunststoffverarbeitenden Industrie .....	18
<b>Abbildung 13:</b> Exporte und Importe der kunststoffverarbeitenden Industrie Deutschlands aufgeteilt nach Handelspartnern des Jahres 2018 (in Prozent). .....	22
<b>Abbildung 14:</b> Umsatzwertindizes der kunststoffverarbeitenden Industrie .....	26
<b>Abbildung 15:</b> Prognostizierte Entwicklungen des chemischen Kunststoffrecyclings 2030 + im Überblick .....	28

# 1. Einleitung: Zum Hintergrund des Branchenausblicks 2030+

Die kunststoffverarbeitende Industrie sieht sich – wie der Großteil anderer industrieller Branchen – großen Herausforderungen gegenübergestellt. Transformationstrends wie die Digitalisierung, Globalisierung, Dekarbonisierung und Veränderung von Beschäftigungsstrukturen beziehungsweise Fachkräftesicherung sind – ebenso wie das Erreichen konkreter werdender Nachhaltigkeitsziele – sowohl mit großen Potenzialen als auch mit Hindernissen verbunden. Auf der einen Seite können Kunststoffe als leichtes Verpackungsmaterial schnell und vergleichsweise energiesparend transportiert werden und erhöhen beispielsweise die Haltbarkeit von Nahrungs- oder Hygienemitteln. Auf der anderen Seite bestehen die Grundstoffe zum Großteil aus fossilen Brennstoffen und können gegenwärtig oftmals nicht weiterverwertet werden. Sie landen damit (als eigentlich wertvolle Stoffe) im klassischen Abfall. Im Zuge dessen hat sich eine leidenschaftlich geführte öffentliche Debatte in Wissenschaft, Gesellschaft und Wirtschaft rund um die aktuelle und zukünftige Nutzung kunststoffbasierter Produkte entwickelt. Besonders im Fokus stehen jüngst die Dekarbonisierung der Industrie, also die Minimierung des Ausstoßes klimaschädlicher Treibhausgase, in Produktion und Lieferketten sowie zunehmend angestrebte Kreislaufprozesse, wie das Recycling von Kunststoffprodukten.

Die Branche hatte im Jahr 2019 einen Umsatz von jährlich 65,1 Milliarden Euro und 336 000 Beschäftigte<sup>1</sup> in Deutschland. Sie befindet sich bereits in einem technologischen Umbruch. Auf der einen Seite findet die digitale Technik immer häufiger Einzug in Abläufe des Designs, der Produktion und des Vertriebs von Kunststoffprodukten. Daraus resultierende Interkonnektivität und Echtzeitanalysen spielen in der bereits hoch automatisierten Branche eine wachsende Rolle. Auf der anderen Seite ist die kunststoffverarbeitende Industrie mit einem geschätzten Anteil am weltweiten Energieverbrauch von rund vier Prozent eine besonders energieintensive Branche.<sup>2</sup> Mit digitaler Unterstützungstechnik und Anpassungen an Kreislaufkonzepte soll der Energieverbrauch in Zukunft gesenkt werden, um

so nicht nur CO<sub>2</sub>-Einsparungen zu bewerkstelligen, sondern auch die Menge an gegenwärtigen Abfallprodukten zu reduzieren. Besonders in Schwellenländern und stark wachsenden Volkswirtschaften und Gesellschaften stellt das Ausmaß von nicht wiederverwerteten Kunststoffprodukten ein wachsendes Problem dar.<sup>3</sup>

Hinzu kommen gesellschaftliche Veränderungen, unter anderem bedingt durch den Ausbruch der Corona-Pandemie. Homeoffice, mobiles Arbeiten und digitale Kommunikationskanäle finden wie in anderen Branchen Einzug in den Arbeitsalltag von diversen (aber nicht allen) Beschäftigtengruppen. Ebenso werden die öffentlichen Debatten über die sich wandelnde Rolle von Kunststoffprodukten in der Corona-Pandemie weiter vorangetrieben. In den Medien wird vermehrt von erhöhtem Kunststoffaufkommen berichtet und negative Folgen des steigenden Abfallaufkommens werden beleuchtet.<sup>4</sup> Als Grund dafür wird zum einen angeführt, dass viele Menschen mehr Zeit zu Hause verbringen und dort zum Beispiel mehr Lebensmittel verzehren, die mit Kunststoffen verpackt sind. Zum anderen wird die gestiegene Nachfrage nach medizintechnischen Produkten und Schutzausrüstungen, in denen sich diverse Kunststoffe befinden, diskutiert.

Ziel des vorliegenden Branchenausblicks ist es, zunächst einen aktuellen Überblick über die Branche der kunststoffverarbeitenden Industrie zu bieten und die Branche dann aus der Perspektive möglicher Nachhaltigkeitspotenziale zu betrachten und für die Zukunft zentrale Handlungsfelder zu identifizieren. Dazu wird sie zusätzlich in den Kontext von Megatrends und regulatorischen Rahmenbedingungen auf nationaler sowie internationaler Ebene gesetzt. Darüber hinaus wird diskutiert, was diese Herausforderungen, verbunden mit den (neuen) Handlungsfeldern für Beschäftigtenakteure, bedeuten können. Ebenfalls beleuchtet werden aktuelle und erwartete Veränderungen innerhalb der kunststoffverarbeitenden Industrie, die im Zuge der Corona-Pandemie entstehen. Dazu zählen neben den wirtschaftlichen Folgen Ent-

<sup>1</sup> Statistisches Bundesamt 2020c.

<sup>2</sup> Evans 2016.

<sup>3</sup> Euractiv 2015.

<sup>4</sup> WirtschaftsWoche 2020.



wicklungen in der Arbeitsorganisation oder zum Beispiel Umstellungen von Produktionen und Lieferketten. Der vorliegende Branchenausblick 2030+ zur kunststoffverarbeitenden Industrie soll ferner als Grundlage für die Entwicklung strategischer Handlungsoptionen für Gewerkschaften, Politik, Unternehmen und Beschäftigte bei der Gestaltung einer nachhaltigen Weiterentwicklung der Industriegesellschaft dienen. Es ist davon auszugehen, dass Kunststoffe aufgrund ihrer positiven physischen Eigenschaften auch in Zukunft ein maßgeblicher Bestandteil unzähliger industriell gefertigter Produkte sein werden. Vor dem Hintergrund der in dieser Studie betrachteten Trends und Lösungsansätze wird erforscht, auf welche Weise Herstellungs- und Verwertungsprozesse weiterentwickelt werden müssen, um in das Zukunftsbild einer nachhaltigen Kreislaufwirtschaft integriert zu werden.

Die vorliegende Studie nutzt sowohl qualitative als auch quantitative methodische Herangehensweisen. Es werden zu diesem Zwecke Daten und Quellen ausgewertet, die öffentlich verfügbar sind, über Eurostat, Destatis, Branchen- und Technologieberichte und Roadmaps von Verbänden und der IG BCE bis hin zu Publikationen wissenschaftlicher Einrichtungen und aus dem Politikbetrieb. Methodisch beruht der Branchenausblick 2030+ damit auf Wirtschaftsdaten, Literaturstudien („Meta-Studien“) und Transformationstrends („Mega-Trends“). Für eine vertiefende Analyse der gegenwärtigen Situation der kunststoffverarbeitenden Industrie sei an dieser Stelle auf die Branchenanalyse von Jürgen Dispan und Laura Mendler (2020) verwiesen, die als Working Paper der Hans-Böckler-Stiftung erschienen ist.

# 2

## 2. Eckdaten der Branche

Es gibt verschiedene Arten von Kunststoff und Kunststoffprodukten. Deren Eigenschaften sind entscheidend für die spätere Verwendung. Grob wird in der Kunststoffherstellung zwischen Monomeren und Polymeren unterschieden, die unterschiedlichen Herstellungsarten unterliegen. Die Rohstoffe zur Herstellung unterscheiden sich hingegen nicht. Kunststoffe sind ein synthetisch hergestellter Werkstoff, der auf Basis von Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff hergestellt wird. Erdöl spielt als fossiler Rohstoff eine entscheidende Rolle in der Herstellung von synthetischem Kunststoff, was mitunter zum gegenwärtig negativen Image des Werkstoffes beiträgt. Dieser Aspekt sowie weitere, alternative Rohstoffe zur Herstellung werden in Kapitel 5 behandelt.<sup>5</sup>

Die kunststoffverarbeitende Industrie stellt einen Zweig des verarbeitenden Gewerbes dar. Unternehmen innerhalb dieses Sektors nutzen eine Vielzahl von Kunststoffen zur Herstellung von verschiedenen Produkten. Die amtliche Statistik, die unter Mitarbeit der Landesämter vom statistischen Bundesamt zentral erstellt wird, wird unterteilt die folgenden vier Gruppen:

- **WZ08-222** Kunststoffverarbeitende Industrie
  - **WZ08-2221** Herstellung von Platten, Folien usw.
  - **WZ08-2222** Herstellung von Verpackungsmitteln
  - **WZ08-2223** Herstellung von Baubedarfsmitteln
  - **WZ08-2229** Herstellung von sonst. Kunststoffwaren

In der Kunststoffverarbeitung wird in der Regel zwischen drei Typen von Kunststoffen unterschieden:

- **Duroplaste**, auch Duromere genannt, sind Kunststoffe, die nach ihrer Aushärtung durch Erwärmung oder andere Maßnahmen nicht mehr verformt werden können. Sie enthalten harte, amorphe, unlösliche Polymere und zersetzen sich beim erneuten Erhitzen. Daher können diese Kunststoffe nicht eingeschmolzen und wiederverwertet werden.
- **Elastomere** sind formfeste, aber elastisch verformbare

Kunststoffe, deren Glasübergangspunkt<sup>6</sup> sich unterhalb der Einsatztemperatur befindet. Die Kunststoffe können sich bei Zug- und Druckbelastung elastisch verformen, finden aber danach in ihre ursprüngliche, unverformte Gestalt zurück. Elastomere finden Verwendung als Material für Reifen, Gummibänder, Dichtungsringe und Ähnliches. Die bekanntesten Elastomere sind die Vulkanisate von Naturkautschuk und Silikonkautschuk.

- **Thermoplaste**, auch Plastomere genannt, sind Kunststoffe, die sich in einem bestimmten Temperaturbereich verformen. Zu den Thermoplasten gehören unter anderem Materialien wie Polyethylen (PE), das der weltweit am meisten verbrauchte Kunststoff ist.

Diese drei Polymer-Typen eignen sich für verschiedene Verwendungszwecke und werden auf unterschiedliche Arten hergestellt. Alle Herstellungsarten folgen hierbei einem ähnlichen Muster: Das Vorprodukt wird mittels einer externen Wärmequelle erhitzt und auf diese Weise verflüssigt, bevor es über diverse Verfahren in Form gebracht werden kann. Der letzte Schritt besteht in einer anschließenden Kühlungsphase. Im Rahmen des *Spritzgussverfahrens*, das sich für die Herstellung vieler Kunststoffe eignet, werden die erwärmten Rohprodukte in eine passende Hohlform gespritzt und nach einer Kühlphase als fertiges Produkt entnommen. Mit Hilfe des *Extrusionsverfahrens* wird der erwärmte Werkstoff mittels einer Pumpe zu Strängen oder Rohren gepresst. Diese Herstellungsform eignet sich unter anderem für Schläuche, aber auch Fensterrahmen oder sogar Folien. Beim *Blasformen* werden vorgewärmte und formbare Kunststoffstücke von innen heraus mit Luft aufgefüllt und auf diese Weise in Form gebracht, während beim *Rotationsformen* flüssiger Kunststoff in rotierenden Hohlformen in Form gegossen wird. Werden die Rohstoffe nach dem Erhitzen in Form gewalzt, so wird vom *Kalandrieren* gesprochen. Weiterhin werden Kunststoffe auch durch sogenanntes Sintern als Beschichtung verwendet oder aufgeschäumt.

<sup>5</sup> PlasticsEurope 2020f.

<sup>6</sup> Die Glasübergangstemperatur ist die Temperatur, bei der Polymere (allerdings nur ganz oder teilweise amorphe Polymere) vom flüssigen oder gummielastischen, flexiblen Zustand in den glasigen oder hartelastischen, spröden Zustand übergehen, sie wird daher auch „Erweichungstemperatur“ genannt. Sie ist für jeden Kunststoff spezifisch, das heißt, dass man Kunststoffe anhand ihrer Glasübergangstemperatur unterscheiden kann.

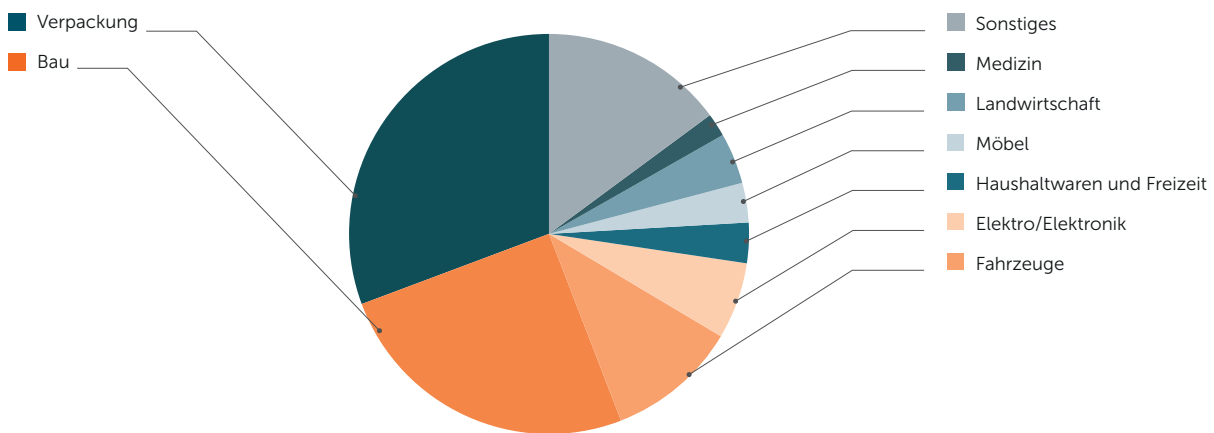
In der Wertschöpfungskette von Kunststoff befindet sich die kunststoffverarbeitende Industrie teilweise in einer Zwischenposition. Grundstoffe, die in der Primärherstellung aus fossilen oder erneuerbaren Ausgangsstoffen produziert werden, werden in der kunststoffverarbeitenden Industrie weiterverarbeitet. Auf diese Weise hergestellte Güter werden entweder als Endprodukte auf den Markt gebracht oder als Zwischenprodukte zu den Endproduzenten geliefert. Diese stellen verschiedene Produkte für den Verbraucher dar, die letztlich den Markt erreichen.<sup>7</sup>

Der größte Anteil der Produktion in 2019 (rund 31 Prozent) wurde für den Verpackungsbereich genutzt, während ungefähr ein Viertel der Produktmengen der Baubranche zugeordnet werden kann. Im selben Jahr sind rund zehn Prozent der Produkte in die Automobil- und Fahrzeugbranche geflossen, gefolgt von der Verwendung für den Elektronikbereich und die Landwirtschaft.

Abbildung 1: Überblick Kunststofftypen und Anwendungsfelder

Duroplaste	MF Melami-Formaldehyd-Harz (Phenoplaste)	Kochlöffel, elektrisches Isoliermaterial, Bakelit, Oberflächen von Küchenmöbeln
	UF Aminoplaste	Steckdosen, elektrisches Isoliermaterial, Eierbecher, Tablett, Lichtschalter
Elastomere	PUR Polyethan	Matratzen, Fugendichtungen, Wärmedämmung, Schaumstoffe
	Vulkanisierter Kautschuk (Gummi)	Gummistiefel, Autoreifen, Latexhandschuhe, Schnuller, Gummibänder, Kondome
Thermoplaste	PE Polyethylen	Plastikbeutel, Eimer, Frischhalte-Folie, Schläuche, Flaschen von Reinigungsmitteln
	PP Polypropylen	Einwegbecher, Joghurtbecher, Batteriekästen, Schuhabsätze
	PS Polystyrol	Einwegbecher, Joghurtbecher, Kugelschreiber, Styropor
	PVC Polyvinylchlorid	Fußbodenbeläge, Kabelummantelung, Abflussrohre, Schläuche
	PA Polyamid	Dübel, Angelschnur, Brillengestelle, Nylon, Perlon
	PMMA Polymethylmethacrylat	Autorücklichter, Lineale, Plexiglas, bruchfeste Verglasung

Abbildung 2: Anteile der kunststoffverarbeitenden Industrie nach Branchen, 2019



Quelle: VDI TZ, eigene Darstellung nach: Conversio 2020b

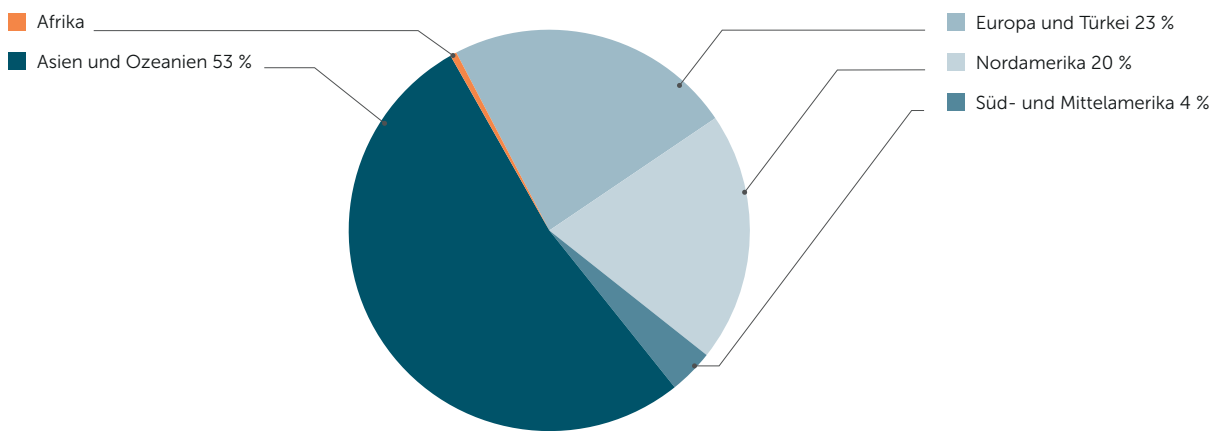
<sup>7</sup> Conversio 2020a.

### 2.1 Geografische Einordnung in Deutschland und Europa

Kunststoff wird als Werkstoff stetig weiterentwickelt und in gewisser Weise neu entdeckt. Unstrittig ist, dass sich Kunststoff seit mehr als 100 Jahren auf dem Vormarsch befindet und heutzutage kaum mehr wegzudenken ist. Neben der weltweiten Nutzung sind auch die Produktion und Verarbeitung von Kunststoff heutzutage weltweit angesiedelt.

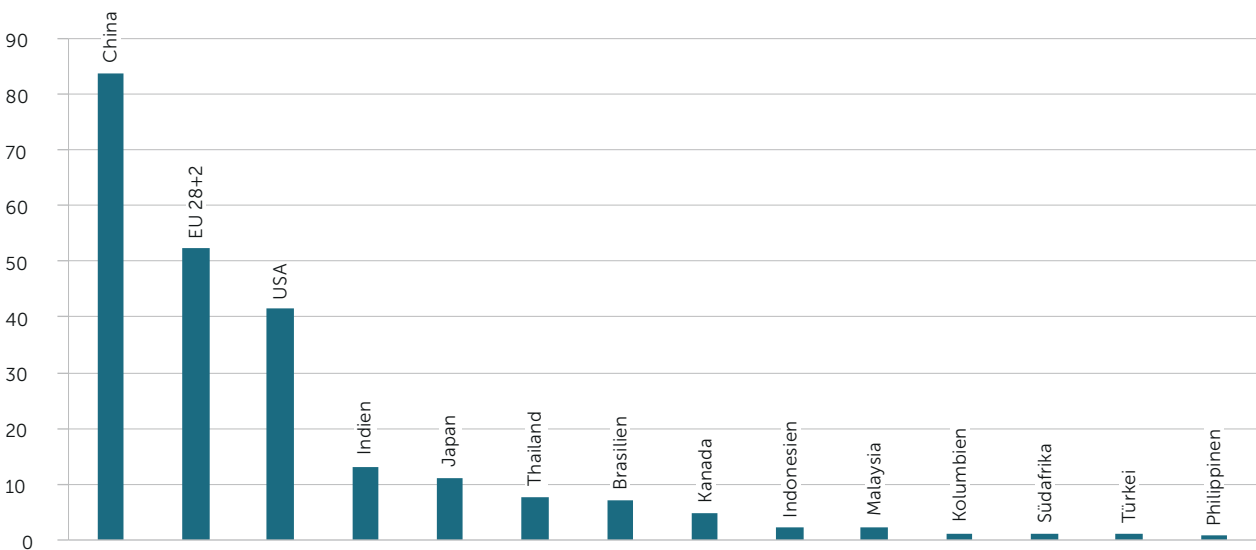
Anhand verschiedener Datenpunkte und Hochrechnungen sowie Schätzungen wird die weltweite Kunststoffproduktion im Jahr 2018 auf 360 Millionen Tonnen veranschlagt.<sup>8</sup> Ungefähr zwei Drittel der geschätzten Gesamtproduktion (230,1 Millionen Tonnen) sind durch hinreichende Datengrundlagen verschiedener Länder den einzelnen Kontinenten zuzuordnen. Diese Werte sind in Abbildung 1 dargestellt.<sup>9</sup> 121 Millionen Tonnen entfallen auf Asien und Ozeanien, Nordamerika und Europa<sup>10</sup> produzierten im Jahr 2018 rund 100 Millionen Tonnen Kunststoff.<sup>11</sup> China stellt

Abbildung 3: Weltweite Kunststoffproduktion in Mio. Tonnen, 2018



Quelle: VDI TZ, eigene Darstellung nach: Conversio 2020a

Abbildung 4: Plastikproduktion in Mio. Tonnen, 2018



Quelle: VDI TZ, eigene Darstellung nach: Conversio 2020a

<sup>8</sup> Conversio 2020a.

<sup>9</sup> Hierbei ist zu beachten, dass lediglich diejenigen Länder aufgeführt sind, die selbstständig Daten zur Kunststoffproduktion erhoben und zur Verfügung gestellt haben. Circa 1/3 der weltweit geschätzten Gesamtproduktion (130 Mio. T) ist daher keinem der obigen Werte zugeordnet.

<sup>10</sup> Hierbei handelt es sich um die EU 28 zuzüglich Norwegen, der Schweiz und der Türkei.

<sup>11</sup> Je nach Quelle variieren die Produktionswerte für die einzelnen Regionen leicht. Siehe zum Vergleich bspw. PlasticsEurope 2020f.

die größte Menge an Kunststoff her, gefolgt von der aggregierten Produktion innerhalb Europas, den USA und Indien. Im Jahr 2018 sind EU-weit fast 60 000 Firmen in der Kunststoffindustrie angesiedelt, von denen kleine und mittlere Unternehmen (KMU) den größten Anteil darstellen.<sup>12</sup>

### 2.2 Unternehmensstruktur und Beschäftigung

Der Anteil deutscher Firmen an diesem Wert beläuft sich 2019 auf insgesamt 3 028 Betriebe, die sich wie folgt auf die einzelnen Branchen aufteilen:

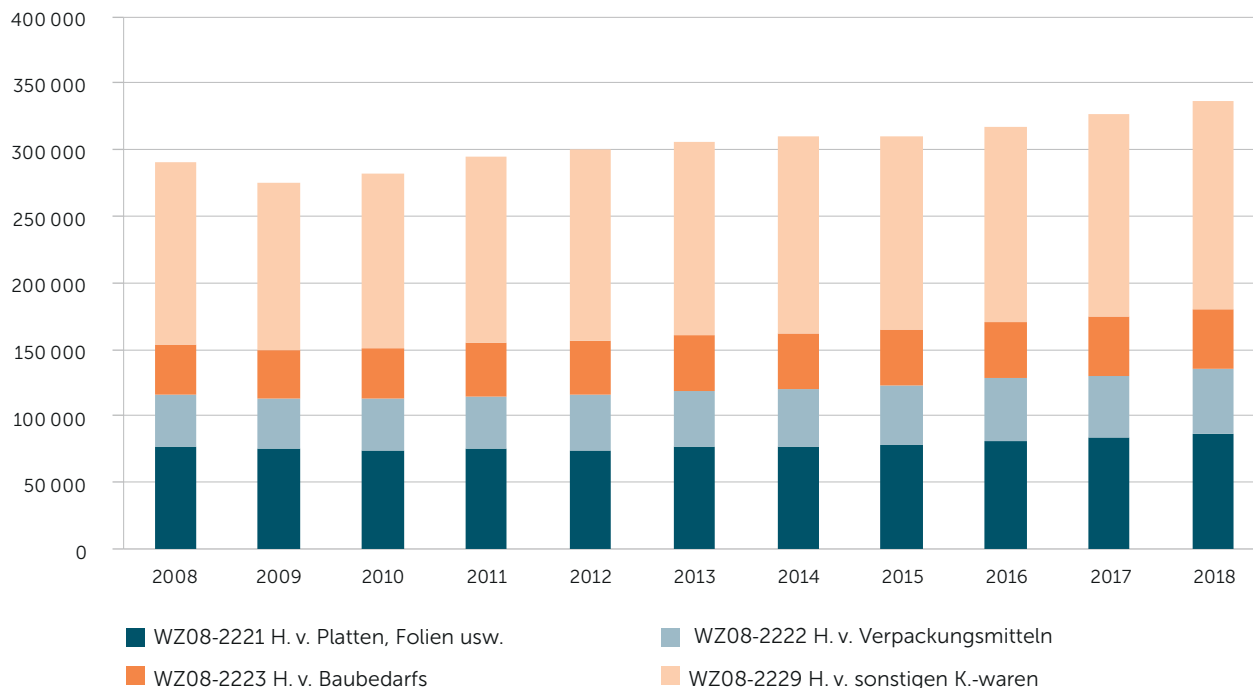
- 596 Unternehmen in der Herstellung von Platten, Folien et cetera (WZ08-2221)
- 424 Unternehmen in der Herstellung von Verpackungsmitteln (WZ08-2222)
- 515 Unternehmen in der Herstellung von Baubedarfsmitteln (WZ08-2223)
- 1 493 Unternehmen in der Herstellung von sonstigen Kunststoffwaren (WZ08-2229)<sup>13</sup>

Im September 2019 beläuft sich die Anzahl der Betriebe ab 20 Personen in der kunststoffverarbeitenden Industrie auf insgesamt 3 028, ist im Vergleich zu 2018 (2 984 Be-

triebe) also weiter angestiegen. Der Großteil der Betriebe (39,4 Prozent) beschäftigt bis zu 49 Arbeitskräfte und zählt daher zu den kleinen Betrieben. Jeweils ein Viertel der Betriebe ist mit 50–99 sowie 100–249 Beschäftigten groß, sodass 92,8 Prozent aller Betriebe zu den KMU gehören. Lediglich 81 Betriebe haben mehr als 500 Arbeitskräfte.<sup>14</sup> Neben den Betriebsgrößen ist auch die Anzahl der Beschäftigten in der kunststoffverarbeitenden Industrie innerhalb der 14 Betrachtungsjahre um circa 16 Prozent angestiegen, von 290 114 auf 333 337 Beschäftigte in 2018. Der Verlauf unterliegt einem fast kontinuierlich positiven Wachstumstrend. Lediglich in den Jahren 2009 und 2010, die noch stark von den Nachwirkungen der Finanzkrise geprägt waren, ist die Wachstumsrate der Beschäftigtenzahlen im Vergleich zum Vorjahr negativ.

Den größten Anteil macht die Gruppe der sonstigen Kunststoffwaren aus. Die größte Beschäftigungsanzahl im Bereich der näher spezifizierten Kunststoffprodukte findet sich in der Gruppe Herstellung von Platten, Folien et cetera, während die Beschäftigten der beiden übrigen Klassen Verpackungsmittel und Baubedarfsartikel den geringsten Anteil ausmachen.

Abbildung 5: Beschäftigte nach Sektoren in der kunststoffverarbeitenden Industrie



Quelle: VDI TZ, eigene Darstellung nach: Statistisches Bundesamt, Tabelle 42231

<sup>12</sup> Conversio 2020a.

<sup>13</sup> Vgl. unter anderem Statistisches Bundesamt 2020a, c, d.

<sup>14</sup> Vgl. Dispan & Mendler (2020) für eine detaillierte Analyse der Unternehmensstrukturen.

Eine Betrachtung der Beschäftigtenstruktur sowie ihrer Entwicklung im Zeitverlauf gibt weitere Informationen. Im Jahr 2019 waren in der kunststoffverarbeitenden Industrie insgesamt 333 377 Personen, 26,7 Prozent hiervon weiblich, beschäftigt. 16,1 Prozent der Beschäftigten verfügten über keinen beruflichen Ausbildungsabschluss, 86,9 Prozent über einen anerkannten und 8,3 Prozent über einen akademischen Schulabschluss. Im Vergleich zu den Vorjahren ist insbesondere der prozentuale Anteil der Beschäftigten ohne Berufsabschluss (im Vergleich zu 2007 um 10,2 Prozent) gesunken, wohingegen der Anteil mit anerkanntem (um 10,6 Prozent) und akademischem (um 3,3 Prozent) Berufsabschluss gestiegen ist. Das Qualifikationsniveau ist innerhalb der letzten zwölf Jahre gestiegen. Im Vergleich zum Durchschnitt des gesamtverarbeitenden Gewerbes liegt in diesem vor allem die Quote der Beschäftigten mit akademischem Berufsabschluss hingegen deutlich höher (14,7 Prozent in 2019), die der Beschäftigten ohne Abschluss hingegen niedriger (11,8 Prozent in 2019). Der Anteil weiblicher Beschäftigter in der kunststoffverarbeitenden Industrie ist zwischen 2007 und 2019 um 0,5 Prozent gesunken, im verarbeitenden Gewerbe um 0,4 Prozent gestiegen.<sup>15</sup>

Die Bestände und Zugangsraten der Bundesagentur für Arbeit, die regelmäßig veröffentlicht werden, zeigen die absolute Nachfrage nach Arbeitskräften sowie die Veränderung der Nachfrage auf der Arbeitnehmerseite auf.<sup>16</sup> Da die Nachfrage nach Arbeitskräften eng mit der wirtschaftlichen Lage der Unternehmen verknüpft ist, ist die Betrachtung der gemeldeten Arbeitsstellen ein geeigneter Indikator für die Performanz einer Branche.<sup>17</sup>

Abbildung 6 vermittelt einen Überblick über die räumliche Verteilung der gemeldeten Arbeitsstellen innerhalb Deutschlands für Juni 2019 und 2020. Die meisten gemeldeten Stellen in der kunststoffverarbeitenden Industrie weisen die bevölkerungsreichsten Bundesländer Bayern, Nordrhein-Westfalen, Baden-Württemberg und Niedersachsen auf. Auffällig ist hingegen Thüringen, das trotz seiner relativ geringen Bevölkerungszahl (rund 2,13 Millionen Einwohner<sup>18</sup>) eine große Zahl an Arbeitsstellen meldet. Dies kann ein Indiz dafür sein, dass der Mangel an Fachpersonal hier hoch ist. Thüringen weist deutschlandweit die siebthöchste Anzahl an tätigen Personen und die sechstöchste Zahl an Betrieben aus.<sup>19</sup> Die geringste Anzahl an Arbeitsstellen melden die Länder mit der geringsten Fläche und/oder Bevölkerungsdichte: Bremen, das Saarland und Hamburg.

Eine Gegenüberstellung der Werte von Juni 2019 und Juni 2020 ermöglicht es einerseits, die aktuellsten verfügbaren Werte in die Analyse mit aufzunehmen, andererseits werden auf diese Weise saisonale Komponenten, die in der verarbeitenden Industrie oftmals vorhanden sind, eliminiert. Darüber hinaus dienen die Veränderungsdaten als Hinweis auf die Auswirkungen der Corona-Pandemie, die die Industrie durch Produktionsausfälle, unterbrochene Lieferketten und weitere Effekte geschwächt hat. Insgesamt ist zwischen Juni 2019 und Juni 2020 ein Rückgang von

- 33,1 Prozent in der Klasse der gesamtverarbeitenden Industrie,
- 42,7 Prozent in der Herstellung von Gummi- und Kunststoffwaren und
- 39,4 Prozent in der Herstellung von Kunststoffwaren

zu verzeichnen. Im Vergleich zum Juni 2015 (Referenzwert, durchschnittlich 190 Arbeitsstellen pro Bundesland) ist die Anzahl gemeldeter Arbeitsstellen in der kunststoffverarbeitenden Industrie im Juni 2020 (durchschnittlich 142 Stellen) um 20,6 Prozent niedriger (Juni 2019 durchschnittlich 187 Stellen).

Die Betrachtung von Abbildung 7 verdeutlicht, dass der größte Rückgang innerhalb des vergangenen Jahres in den Bundesländern zu verzeichnen ist, die vorher eine vergleichsweise große Anzahl an Arbeitsstellen ausgeschrieben hatten: Bayern, Nordrhein-Westfalen, Baden-Württemberg, Hessen, Niedersachsen und Thüringen. Andere Länder haben nur geringe Rückgänge zu verzeichnen, während einige ostdeutsche Bundesländer die Anzahl ihrer ausgeschrieben Stellen sogar erhöht haben. Dies kann gesehen werden als ein Indiz für die Schwierigkeiten der neuen Bundesländer, geeignetes Fachpersonal zu gewinnen (siehe hierzu Kapitel 3.3).

Veränderungen in der Produktion von Gütern sind wichtige Indikatoren, die im Gegensatz zu anderen Kennzahlen wie Umsätzen oder Gewinnen eine Momentaufnahme schon in der kurzen Frist vermitteln. Die Darstellung der Produktionsintensitäten der kunststoffverarbeitenden Industrie im Zeitverlauf entstammt der Tabelle 42153-0002 des Statistischen Bundesamtes. In ihr enthalten sind Produktionsindizes (Basisjahr 2015 = 100) für das verarbeitende Gewerbe auf monatlicher Basis, von Januar 2009 bis Mai 2020.<sup>20</sup>

<sup>15</sup> Dispan & Mendler 2020.

<sup>16</sup> Bundesagentur für Arbeit 2019.

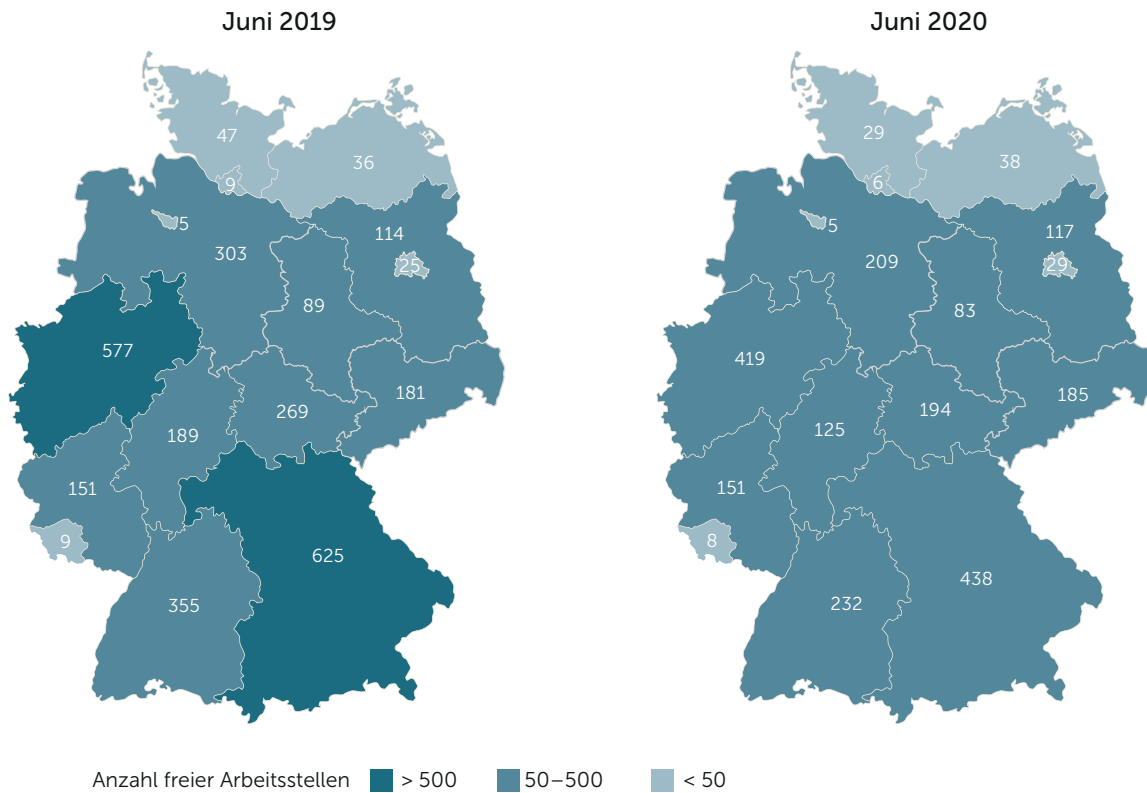
<sup>17</sup> Zu beachten ist, dass die absolute Höhe dieser Kennzahl nur bedingt aussagekräftig ist, da nur freie Stellen enthalten sind, die aktiv durch Arbeitgeberseite bei der Bundesagentur für Arbeit (BA) gemeldet sind.

<sup>18</sup> Statistisches Bundesamt 2020b.

<sup>19</sup> Statistisches Bundesamt 2018.

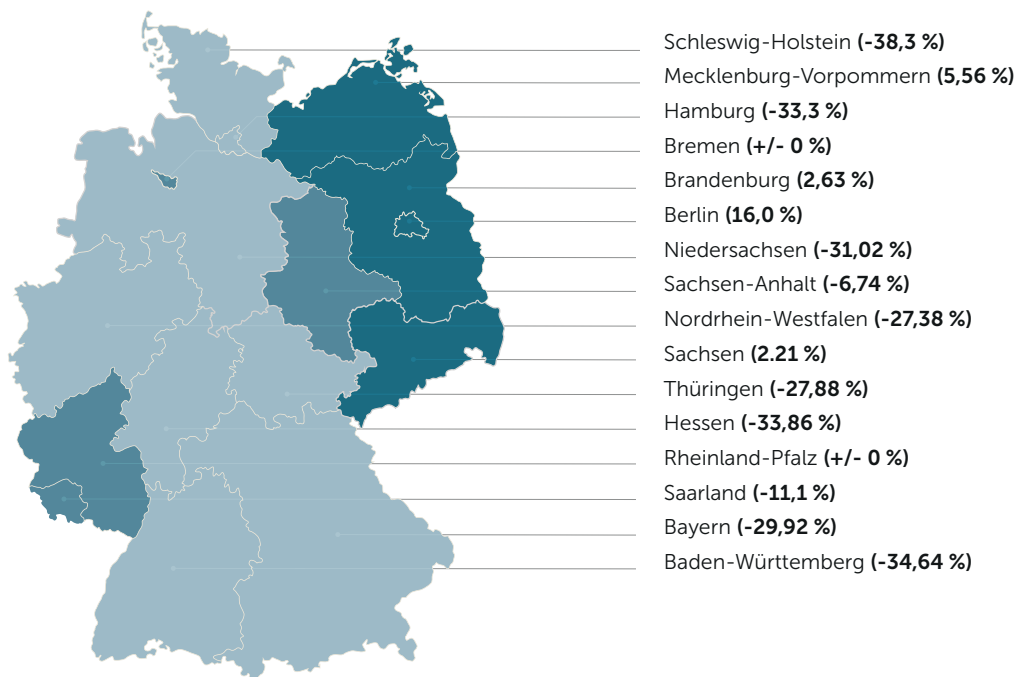
<sup>20</sup> Der Abruf der Daten erfolgte am 08.07.2020. Zum Zeitpunkt dieser Veröffentlichung werden schon neue Daten vorliegen, die noch nicht in den Ausblick mit einfließen konnten.

Abbildung 6: Anzahl gemeldeter Arbeitsstellen nach Regionen, Jahresvergleich



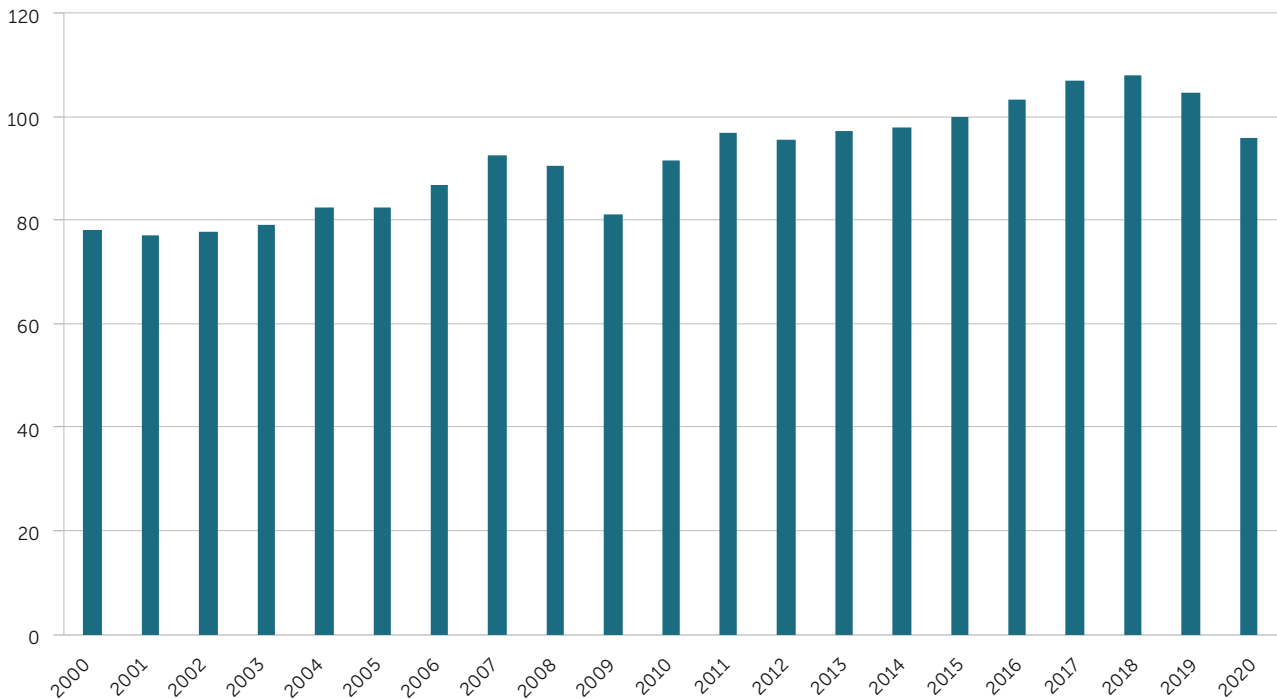
Quelle: VDI TZ, eigene Darstellung nach: Bundesagentur für Arbeit: Gemeldete Arbeitsstellen nach Wirtschaftszweigen

Abbildung 7: Veränderungsraten offener Arbeitsstellen Juni 2019–Juni 2020, Regionalvergleich



Quelle: VDI TZ, eigene Darstellung nach: Bundesagentur für Arbeit: Gemeldete Stellen nach Wirtschaftszweigen

Abbildung 8: Veränderung der Produktionsintensitäten der kunststoffverarbeitenden Industrie



Quelle: VDI TZ, eigene Berechnungen nach: Statistisches Bundesamt, Tabelle 42153: Produktionsindex in 2015 = 100

Für Abbildung 8 sind die monatlichen Originalwerte (nicht kalender- oder saisonbereinigt) zu jährlichen Durchschnittswerten aggregiert worden.<sup>21</sup>

Ähnlich der Betrachtung der Beschäftigtenzahlen zeigen die Verläufe der Produktionsindizes einen steigenden Trend an. Auch hier sind die Auswirkungen der Weltfinanzkrise<sup>22</sup> ab 2007 deutlich erkennbar und münden in einen Tiefstwert im Jahr 2009. Beachtenswert ist weiterhin, dass der Produktionsindex im Jahr 2019 abgesunken ist, was sich im Jahr 2020 während der Corona-Pandemie fortführt.<sup>23</sup>

Abbildung 9 zeigt die Zusammensetzung der Umsätze in der kunststoffverarbeitenden Industrie gegliedert nach WZ-Klassifikationen. Auch bei der Betrachtung der Umsätze ist ein positiver Trend erkennbar, der sich bis 2018 fortsetzt und 2019 leicht zurückgeht. Die Umsätze in den Klassen Herstellung von Platten und Folien und Herstellung von Kunststoffwaren machen einen Großteil der Gesamtumsätze aus, während die beiden übrigen Klassen Herstellung von Verpackungsmitteln und Herstellung von

Baubedarfsmitteln rund ein Drittel zum Gesamtumsatz der Branche beitragen.

Einen Großteil der Umsätze, zwischen 50 Prozent und knapp zwei Dritteln, verzeichnet die kunststoffverarbeitende Industrie im Inland, gefolgt von der Eurozone und dem Nicht-Euro-Ausland. Insgesamt ist ein Anstieg in allen Bereichen bis zum Jahr 2018 erkennbar.<sup>24</sup> Die Umsätze im Gesamtausland sind zwischen 2005 und 2019 von knapp 14 Millionen Euro auf 21,8 Millionen Euro angestiegen, was einer Steigerung von über 50 Prozent entspricht (innerhalb der Eurozone steigen die Exportwerte um 56 Prozent, außereuropäisch um 58 Prozent). Die Inlandsumsätze sind in der gleichen Zeit um 41,5 Prozent angestiegen. Von 2018 auf 2019 reduziert sich der Umsatz in allen drei Regionen leicht. Laut dem Gesamtverband Kunststoffverarbeitende Industrie stellt der Rückgang der Branchenumsätze ein „[...] Novum seit der Weltwirtschaftskrise 2008/2009 dar,“<sup>25</sup> welches primär auf die Diskussion um Nachhaltigkeit sowie eine angespannte Wirtschaftslage zurückzuführen sei.

<sup>21</sup> Der Durchschnittswert für 2020 ist gebildet aus fünf Monatswerten.

<sup>22</sup> Dieser Oberbegriff wird stellvertretend für alle miteinander verbundenen ökonomischen Krisen zwischen 2007 und 2008 verwendet.

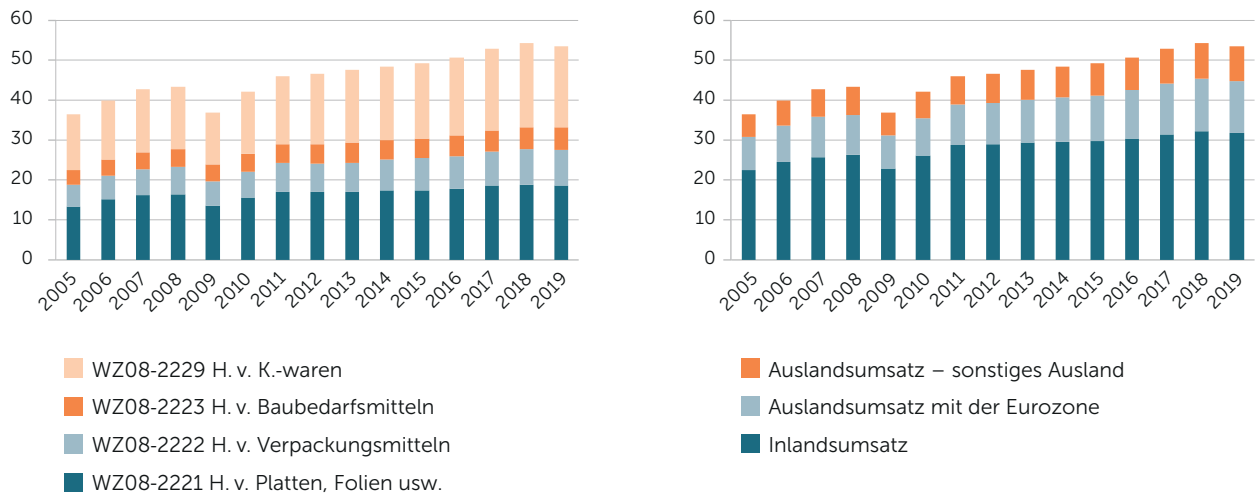
<sup>23</sup> Weiterhin ist zu berücksichtigen, dass erste Auswirkungen der Krise auf branchenübliche Zahlen erst im April 2020 in die Bewertungen mit eingegangen sind und sich die Pandemie daher nur in zwei von fünf Monatswerten niederschlägt. Der Produktionsindex in der kunststoffverarbeitenden Industrie ist von März 2020 (106,8) auf April 2020 (84,1) um 21,25 Prozentpunkte gesunken, im Mai 2020 beträgt der Index 84,3.

<sup>24</sup> Mit Ausnahme der Finanzkrise, deren Auswirkungen jedoch an anderer Stelle schon hinreichend erläutert wurden.

<sup>25</sup> PlasticsEurope 2020e.

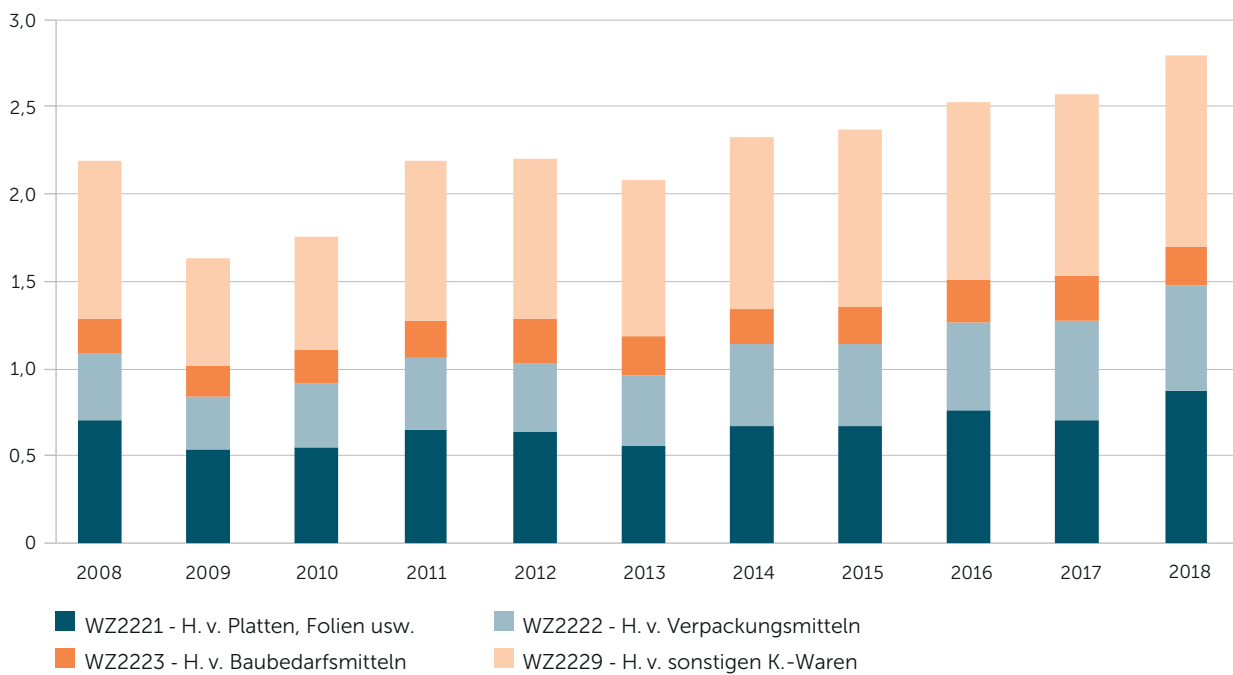


Abbildung 9: Veränderung der Umsätze in Mrd. €



Quelle: VDI TZ, eigene Darstellung nach: Statistisches Bundesamt, Tabelle 42231

Abbildung 10: Entwicklung der Gesamtinvestitionen in Mrd. €



Quelle: VDI TZ, eigene Darstellung nach: Statistisches Bundesamt, Tabelle 42231

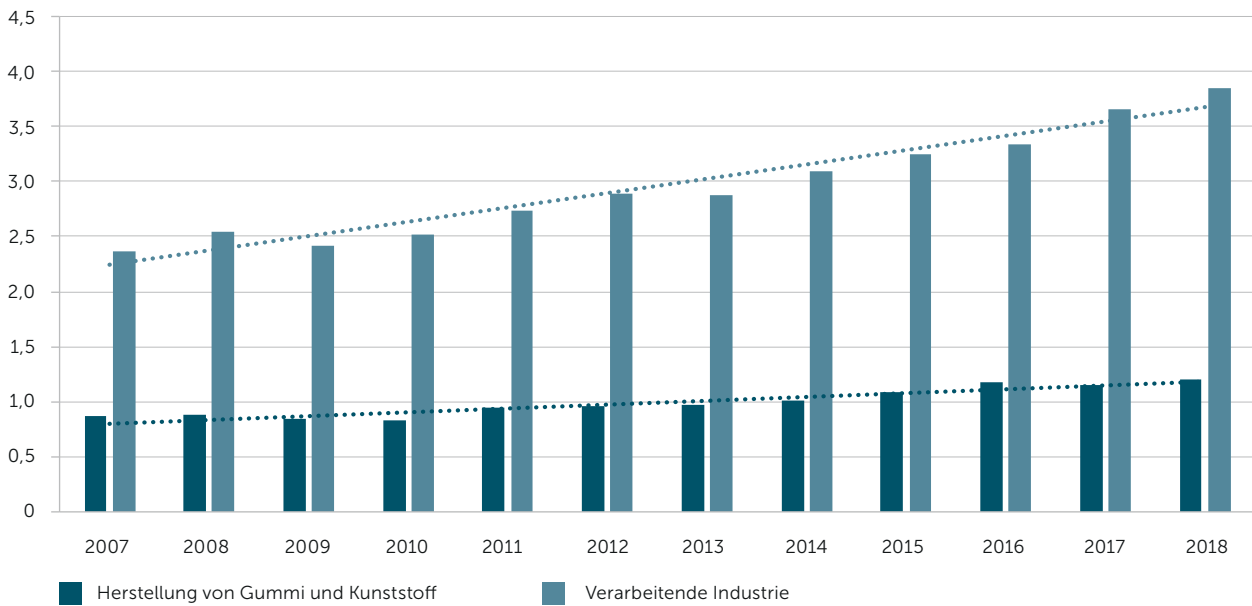
### 2.3 Innovationslandschaft

Die Höhe und die zeitliche Entwicklung der getätigten Investitionen stellen wichtige Kennzahlen für die Entwicklung einzelner Unternehmen, aber auch der gesamten Branche dar. Lediglich Unternehmen, deren wirtschaftliche Situation es zulässt und die positive Prognosen für die Zukunft haben, investieren in langfristige Anlagegüter wie Maschinen, neue Grundstücke, Fabrikgebäude oder Ähnliches.

Abbildung 10 zeigt den Verlauf der Gesamtinvestitionen der kunststoffverarbeitenden Industrie, gegliedert nach Herstellungsarten von 2008 bis 2018. Insgesamt ist ein positiver Trend erkennbar. Ähnlich den Umsätzen und Beschäftigtenzahlen ist auch die Höhe der Investitionen im Bereich der Herstellung von sonstigen Kunststoffwaren und der Herstellung von Platten und Folien am höchsten.<sup>26</sup> Die Hinzunahme von Presseberichten oder

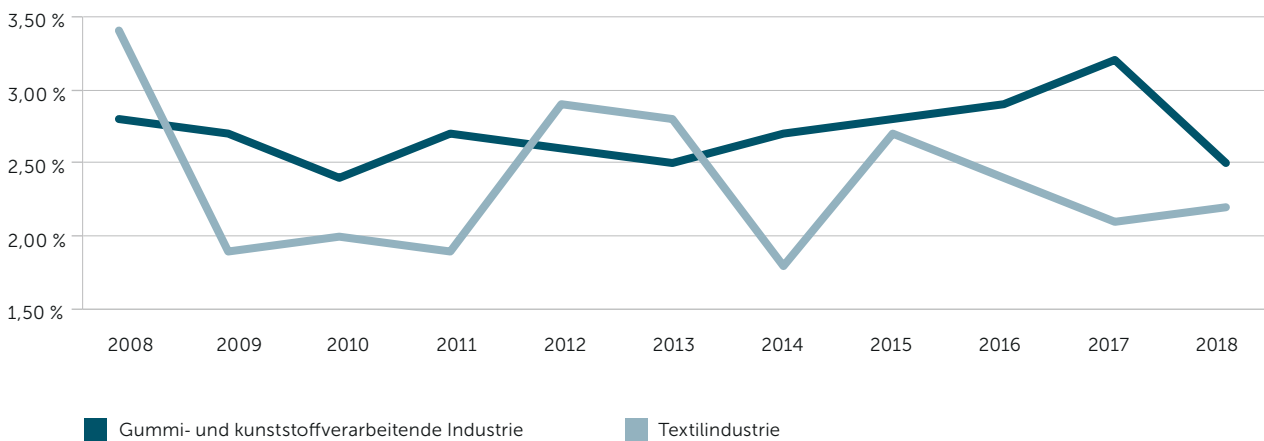
<sup>26</sup> Die Datengrundlage zu Investitionen deckt in der amtlichen Statistik lediglich die Jahre bis 2018 ab.

Abbildung 11: Aufwendungen für FuE in der gummi- und kunststoffverarbeitenden Industrie, in Mrd. €



Quelle: VDI TZ, eigene Darstellung nach: Datenportal des BMBF auf Basis: SV Wissenschaftsstatistik, Sonderauswertung

Abbildung 12: Innovationsintensität in der gummi- und kunststoffverarbeitenden Industrie



Quelle: VDI TZ, eigene Darstellung nach: Statista 2020

Veröffentlichungen von Unternehmen und Dachverbänden erlaubt hingegen ein aktuelleres, differenzierteres Bild. So weist der Gesamtverband Kunststoffverarbeitende Industrie<sup>27</sup> darauf hin, dass die Investitionsausgaben im Jahre 2019 aufgrund großer Unsicherheiten, bedingt durch neue politische und gesellschaftliche Rahmenbedingungen, gesunken seien.<sup>28</sup>

Die Aufwendungen für Forschung und Entwicklung (FuE) stellen eine relevante Größe im Bereich des Transformationsprozesses einer Industrie dar und sind eng verknüpft mit den Innovationen und somit der Transformation einer Branche.<sup>29</sup> Aus Gründen der Datenverfügbarkeit werden zusammengetragene Werte für die gummi- und kunststoffverarbeitende Industrie analysiert.

<sup>27</sup> PlasticsEurope 2020e.

<sup>28</sup> In Kapitel 6 wird ein dedizierter Überblick über gesellschaftliche und politische Rahmenbedingungen und hiermit verbundene Neuerungen innerhalb der Kunststoffbranche vermittelt.

<sup>29</sup> Die FuE-Aufwendungen stellen eine Inputgröße dar, während es sich bei Innovationen um den gewünschten Output handelt.

Die Aufwendungen für FuE weisen einen insgesamt positiven Trend auf, mit Ausnahme der Jahre nach der Finanzkrise und dem Jahr 2017. Auch das Personal im Bereich FuE ist von 2017 auf 2018 um 7,7 Prozent (von 8 551 auf 9 212 Beschäftigte) gestiegen. Dies deutet auf eine Steigerung des Interesses an neuen Technologien, verbesserte Produktion und somit auf eine künftige Steigerung der Produktivität und Wettbewerbsfähigkeit hin. Im Vergleich zum Durchschnitt der gesamtverarbeitenden Industrie sind Höhe und Steigerungsrate der internen FuE-Ausgaben hingegen deutlich geringer.

Abbildung 12 vermittelt einen Überblick über die Innovationsintensität und das Verhältnis zwischen Gesamtaufwendungen aller Innovationen und dem Gesamtumsatz aller Unternehmen. Die Kennzahl gibt Aufschluss über die Bereitschaft von Unternehmen, in ihren Innovationsprozess und somit in zukünftige Erfolge zu investieren.<sup>30</sup> Aufgrund der Datenverfügbarkeit werden aggregierte Werte aus der Gummi- und Kunststoffverarbeitung betrachtet. Um eine bessere Vergleichbarkeit zu gewährleisten, werden diese mit Daten der Textilindustrie verglichen. Der Grund für die Wahl der Textilindustrie liegt in der ähnlichen Unternehmensstruktur beider Branchen. Sowohl die Textil- als auch die kunststoffverarbeitende Industrie sind geprägt durch einen hohen Anteil von KMU und lediglich geringe Anteile an Unternehmen mit mehr als 500 Beschäftigten. Obwohl zum Beispiel die chemische Industrie einen inhaltlich passenden Vergleichswert darstellen würde, wäre dabei die andere Unternehmensstruktur zu berücksichtigen.<sup>31</sup> Die Innovationstätigkeit der Textilindustrie ist im Schnitt geringer und deutlich volatiler als die der kunststoffverarbeitenden Industrie. Im Mittel beträgt die Innovationsintensität über den gesamten Zeitraum hinweg 2,7 Prozent. Den höchsten Wert beträgt die Innovationsintensität 2017, sinkt zu 2018 hin jedoch deutlich ab. Die Hinzunahme der Gesamtumsätze (siehe Abbildung 8) zeigt, dass die Innovationsintensität aufgrund der sinkenden Aufwendungen für Innovationen gesunken ist und nur in geringem Maße durch die Steigerung der Umsätze. Dies kann als Indiz für steigende Unsicherheiten der gummi- und kunststoffverarbeitenden Industrie im Hinblick auf zukünftige regulatorische Rahmenbedingungen gesehen werden.

#### 2.4 Zwischenfazit: Ausgangslage der Branche

Die bisherige quantitative Analyse zeigt, dass die kunststoffverarbeitende Industrie innerhalb der letzten Jahre gut aufgestellt gewesen ist. Produktions- und Umsatzzahlen sowie Investitionen und Aufwendungen für FuE und Innovationen haben sich bis 2018 positiv entwickelt. Nach 2018 ist ein Rückgang in den Unternehmensergebnissen und in den Investitionen in Anlagevermögen sowie in den Ausgaben für FuE zu verzeichnen. Insgesamt deutet dies womöglich daraufhin, dass sich die Branche in einer Umbruchphase befindet und Unsicherheiten bezüglich der zukünftigen Entwicklung gegenübersteht. Mögliche Hintergründe und weitere relevante Aspekte hierzu werden in den folgenden Kapiteln angeführt und erläutert.

<sup>30</sup> Innovationssteuerung.de 2020.

<sup>31</sup> Sieben Prozent der Unternehmen in der chemischen Industrie sind große Unternehmen mit mehr als 500 Personen (Vgl. Verband der Chemischen Industrie e. V., 2019. In der Textilindustrie (ein Prozent, vgl. Gesamtverband der deutschen Textil- und Modeindustrie, 2017) und der kunststoffverarbeitenden Industrie (2,6 Prozent, vgl. Kapitel 3.2) ist dieser Wert deutlich geringer.

# 3

## 3. Transformationstrends: Digitalisierung, Globalisierung, demografischer Wandel, Corona-Pandemie

### 3.1 Digitalisierung

Der globale Prozess der Digitalisierung betrifft in unterschiedlichen Facetten nahezu jeden Industriezweig, so auch die kunststoffverarbeitende Industrie mit ihren Lieferketten und angrenzenden Unternehmensnetzwerken. Die Digitalisierung fügt sich unter anderem in Prozesse der Automatisierung und Vernetzung ein und prägt die Entwicklung kommender Technologien als wegweisender Faktor entscheidend mit. Der Einsatz digitaler Technik begleitet beispielsweise die Implementierung künstlicher Intelligenzen oder diverser Industrie-4.0-Lösungen. Als umfassender Megatrend bietet sie sowohl Potenziale als auch Herausforderungen und Hindernisse.

In einer 2019 veröffentlichten Studie der Stiftung Arbeit und Umwelt der IG BCE wurden Betriebsratsmitglieder und Managementvertreter im Bereich der kunststoffverarbeitenden Industrie bezüglich des Reifegrades der Digitalisierung in ihrem Unternehmen befragt.<sup>32</sup> Die Ergebnisse der Untersuchung deuten darauf hin, dass das Potenzial digitaler Möglichkeiten branchenweit bislang noch nicht als hinreichend ausgeschöpft betrachtet wird. Grundlagen für eine digital gestützte und durch hohe Automatisierung und Vernetzung gekennzeichnete Industrie sind jedoch bereits gegeben. Als Hindernisse für weitere Digitalisierungsmaßnahmen sind der hohe Aufwand für die Umstellung der IT-Systemtechnologie, finanzielle und zeitliche Ressourcen sowie das Wissen um Implementierung, Gebrauch und Nutzen der Technologien genannt worden. Daher lassen sich Fortbildungen und generelles Wissensmanagement als signifikanter Baustein betrachten, um digitale Prozesse umsetzen.

Eine ähnliche Entwicklung ist ebenfalls von der digitalen 3-D-Modellierung zu erwarten, falls diese sich in den nächsten Jahren in einem Großteil der Firmen gegenüber 2-D-Modellierungen durchsetzen sollte. Neu entwickelte Arten der digitalen Simulation von Prototypen oder Fertigungsprozessen würden demnach dazu führen,

kostspielige Verzögerungen im Design- oder Markteinführungsprozess zu minimieren. Gerade in Phasen, in denen eine große Menge bestimmter Artikel benötigt wird, wie der Corona-Pandemie, kann die additive Fertigung entscheidende Vorteile bieten.<sup>33</sup> Das Zusammenspiel dieser Technologien wird nicht nur große Veränderungen in Abläufen in der Produktion mit sich bringen, sondern auch die Art des notwendigen Managements weiterentwickeln. Für eine erfolgreiche Implementierung in wirtschaftliche und technische Abwicklungen und Vorgänge bedarf es einer umfassenden unternehmerischen Digitalisierungsstrategie. Dadurch werden unterschiedliche betriebliche Akteure von der Nutzung digitaler Technik beeinflusst.

Technologien im Kontext der Industrie 4.0 und dem Internet der Dinge sollen nicht nur zu Prozessoptimierungen und damit zu höherer finanzieller Effizienz führen, sondern auch Nachhaltigkeitskriterien erfüllen. Demnach könnten Energieeinsparungen dank des Einsatzes der genannten digitalen Technik erzielt, wie auch Zirkularitätsprinzipien effektiver umgesetzt werden, etwa mittels der Speicherung und Weitergabe von Materialdaten über die gesamte Lieferkette hinweg, die zur Optimierung von Produktions- und Wiederverwertungsprozessen genutzt werden können.<sup>34</sup> Diese und weitere Unterstützungsmöglichkeiten digitaler Anwendungen in Kunststoffkreisläufen werden zurzeit beispielsweise im Forschungsprojekt DiLink untersucht.<sup>35</sup> Das Projektkonsortium entwickelt in diesem Kontext neuartige Sensortechnologien und Softwarelösungen zur Datenverarbeitung und Bildung von Wertschöpfungsnetzwerken. Des Weiteren wird es durch digitalisierte Abläufe, beispielsweise in der additiven Produktion, für möglich gehalten, überschüssige Materialien und Abfälle zu verringern.<sup>36</sup> Es wird zurzeit intensiv an der Vernetzung und (Weiter-)Entwicklung dieser Technologien geforscht, weshalb in den nächsten Jahren mit einer weitergehenden sukzessiven Einführung in die Industrie zu rechnen ist. Die Digitalisierung der kunststoffverarbeitenden Industrie betrifft in diesem Kontext viele Teilbranchen und Anwendungsfel-

<sup>32</sup> Hutapea & Malanowski 2019.

<sup>33</sup> Mission-additive.de 2020.

<sup>34</sup> Evans 2016 und Rosa et al. 2020.

<sup>35</sup> Di-link, o. J.

<sup>36</sup> Romeo 2019.

der. Konventionelle Kunststoffe, Rezyklate und biobasierte Kunststoffe werden in einer anvisierten nachhaltigen Industriegesellschaft nicht nur als Verpackungsmaterial Anwendung finden, sondern werden weiterhin in strombetriebenen Kraftfahrzeugen und Bestandteilen von Anlagen nachhaltiger Energieversorgung eingesetzt, wie Photovoltaikanlagen oder Windkraftträdern. Beispielsweise sind Kunststoffe zurzeit besonders in Leichtbauausstattungen, vor allem im Mobilitätssektor, nur schwer ersetzbar.<sup>37</sup> Zu weiteren innovativen Einsatzbereichen zählen die Medizintechnik oder Teilbereiche des Wohnungsbaus.

Diese Einschätzung deckt sich mit den Kernaspekten einer aktuellen Studie des Fraunhofer IPA, die sich mit dem Wandel des Supply Chain Managements befasst und Szenarien für das Jahr 2040 zeichnet. Die Ergebnisse sind auf die Lieferketten kunststoffverarbeitender Unternehmen als globale Industrie mit unterschiedlichen Anwendungen übertragbar. Die zentralen Veränderungsmerkmale sind der steigende Grad der Vernetzung, die weitergehende Automatisierung von Prozessen, Fahrzeugen und Maschinen sowie der Fokus auf nachhaltige Antriebe und Stoffkreisläufe.<sup>38</sup> Die zentralen Stationen in der Lieferkette von Kunststoffprodukten sind die Gewinnung, der Transport und die Weiterverarbeitung der zugrundeliegenden Rohstoffe. Digitale Lösungen nehmen in diesem Kontext beispielsweise eine auf dem Markt vermittelnde Position ein. In den vergangenen Jahren haben sich vor allem Start-ups formiert, die Online-Plattformen gründeten, auf denen Kunststoffhersteller, Rohstofflieferanten und Weiterverarbeiter digital aufeinandertreffen können.<sup>39</sup> Darüber hinaus existieren zunehmend Dienste für digital-automatisierte Bestell- und Nachordervorgänge von in der Verarbeitung benötigten Rohstoffen, so wie ihn beispielsweise zurzeit der Zulieferer Meraxis entwickelt und zu einer „Connected Supply Chain“ ausbauen möchte.<sup>40</sup>

### 3.2 Globalisierung

Kunststoffe werden gegenwärtig weitestgehend überall auf der Welt hergestellt und benötigt. Wie auch der Einsatz des Materials sind die Wertschöpfungsketten, die geografische Verteilung und die im System beteiligten Stakeholder als äußerst heterogen zu betrachten. Als international wachsender Sektor, besonders in asiatischen Ländern wie China

und Indien, nimmt die Kooperation und Marktvernetzung über Ländergrenzen hinweg zu. Forschung und Entwicklung werden ebenso wie die Produktion vermehrt ausgelagert oder an ausländischen Standorten neu aufgebaut. So sollen aus Unternehmenssicht nicht nur neue Märkte und Innovationspotenziale erschlossen werden, sondern auch neue Wissensressourcen und Möglichkeiten der Zusammenarbeit.<sup>41</sup> So bietet das Branchennetzwerk „Das Kunststoff-Zentrum“ beispielsweise Kooperationen mit dem FITI Testing and Research Institute in Südkorea oder BMC Gulf im Mittleren Osten für Prüf- und Forschungsdienstleistungen in neuen und aufstrebenden Absatzgebieten an.<sup>42</sup> Der Trend scheint sich gegenwärtig in die Richtung zu entwickeln, an Orten mit starken Absatzmärkten neue Produktionsschwerpunkte zu errichten.<sup>43</sup> Der Export macht in Deutschland in Relation zum verarbeitenden Gewerbe insgesamt einen unterdurchschnittlichen Anteil an der Wertschöpfung aus. Jedoch sind in diesem Zusammenhang die bereits verarbeiteten Kunststoffbestandteile anderer Produkte zu berücksichtigen. Folglich sind aktuelle Globalisierungs- und gleichzeitige Entflechtungstendenzen von Lieferketten sowie globale Kooperationsprojekte in den kommenden Abschnitten zu thematisieren.

Die kunststoffverarbeitende Industrie hat in Deutschland und vielen Ländern Europas eine besondere Stellung inne. Wichtigster Ausgangspunkt für die Erzeugung von Kunststoffprodukten ist Erdöl, das im Ausland gewonnen und anschließend in Ö Raffinerien verstärkt in Asien und der Golfregion destilliert wird, um das schwere Rohöl in Gruppen leichter Komponenten beziehungsweise Fraktionen zu trennen. Jede Fraktion ist eine Mischung von Kohlenwasserstoffketten<sup>44</sup>, die sich in der Größe und Zusammensetzung der Moleküle unterscheiden. Eine dieser Fraktionen, das Naphtha<sup>45</sup>, ist die entscheidende Verbindung für die Produktion von Kunststoffen. Dieser Grundstoff (Feedstock) wird vermehrt außerhalb Deutschlands vorproduziert, auch da Neuinvestitionen der Grundstoffchemie in Asien und in der Golfregion näher an wachsenden Nachfragemärkten vorgenommen werden, sodass sich die sogenannte „Sandwich“-Position Deutschlands und der kunststoffverarbeitenden Industrie (besonders KMU) im Hinblick auf bestehende Abhängigkeitsverhältnisse zukünftig noch deutlicher ausprägen wird.<sup>46</sup> Auf der

<sup>37</sup> Theunissen & Wanders 2020.

<sup>38</sup> Schiffer et al. 2020.

<sup>39</sup> Gandert 2019.

<sup>40</sup> K-aktuell.de 2019.

<sup>41</sup> Belitz et al. 2019.

<sup>42</sup> Das Kunststoff-Zentrum, o. J.

<sup>43</sup> Dispan & Mendler 2020.

<sup>44</sup> Kohlenwasserstoffe sind eine Stoffgruppe chemischer Verbindungen, die nur aus Kohlenstoff und Wasserstoff bestehen.

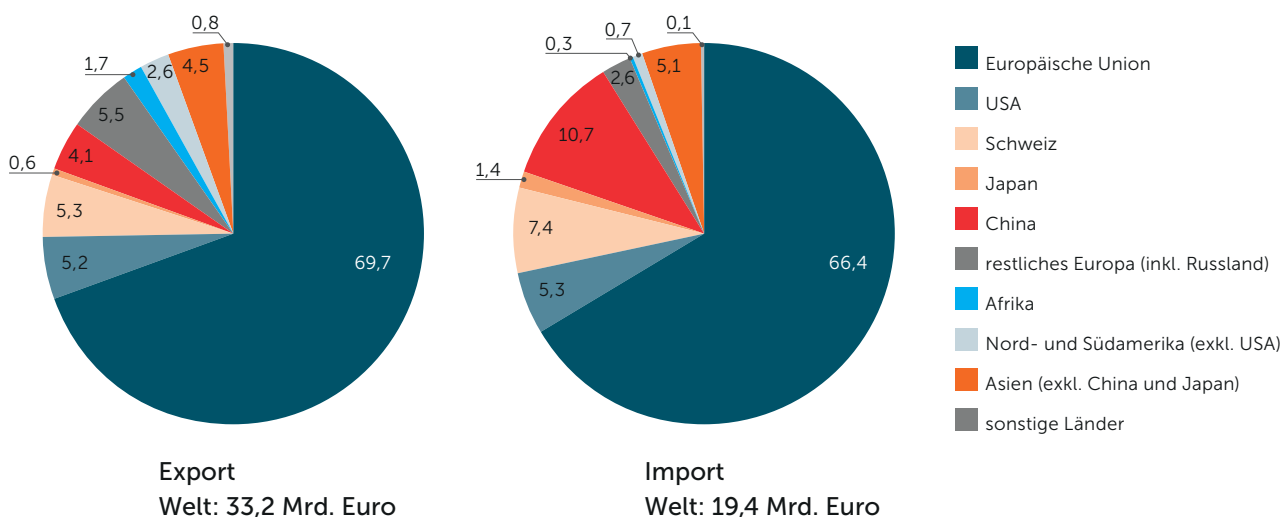
<sup>45</sup> Naphtha oder auch Rohbenzin ist die Bezeichnung für eine relativ leichte Erdölfraktion, die in einer Raffinerie aus Rohöl durch fraktionierte Destillation gewonnen wird.

<sup>46</sup> Dispan & Mendler 2020.

einen Seite steht eine eher geringe Zahl von Lieferanten und Kunststoffherzeugern, besonders in Asien, und auf der anderen Seite sind es schnell wachsende und teils instabile Nachfragemärkte in Schwellenländern. Insbesondere China erzeugte durch starke Kapazitätssteigerungen in den vergangenen Jahren einen enormen Markt- und Innovationsdruck. Als weltgrößter Kunststoffhersteller exportiert China jährlich über acht Megatonnen Kunststoff ins Ausland.<sup>47</sup> In Abbildung 13 wird gezeigt, dass aus China anteilig mehr Kunststoff importiert als aus Deutschland exportiert wird. Der Anteil Chinas an weltweiten Produktexporten (Fertig- und Zwischenprodukte) von Gummi- und Kunststoffwaren ist von 2000 bis 2014 um ein Mehrfaches gestiegen.<sup>48</sup> In einem Bericht des Instituts für Weltwirtschaft in Kiel wird für die Chemieindustrie der Aufstieg chinesischer Konkurrenz und Verlagerungstendenzen deutscher Konzerne nach China als klarer Trend innerhalb der Branche konstatiert. Besonders in den Sektoren Fahrzeugbau (unter anderem Leichtbauwerkstoffe) und Wohnungsbau (Dämmstoffe) expandierte der chinesische Markt in den vergangenen Jahren. 2017 sind 6,5 Milliarden Euro Direktinvestitionen deutscher Chemieunternehmen nach China geflossen. Als Gründe werden nicht nur der dort rasant wachsende Absatzmarkt angeführt, sondern auch die lokalen Produktionskosten und die in Deutschland herrschenden Unsicherheiten bezüglich kommender Umwelt- und Energieregulieren.<sup>49</sup>

Bezüglich globaler Wertschöpfungsketten sieht der Ökonom Axel Berger die Handelsliberalisierung und Umverteilung von umweltintensiven Wirtschaftstätigkeiten als Herausforderung für die ökologische Nachhaltigkeit. Die Verlagerung von Produktionsstandorten in Länder, in denen weniger streng regulierte Emissionsvorschriften existieren, könne zu höheren Netto-Emissionen führen. Die EU hat in ihren Klimaschutzziele 2050 festgelegt, dass Wirtschaftszweige, die unter das EU-Emissionshandelssystem (EU ETS) fallen, ihren Treibhausgasausstoß bis zu diesem Jahr um 43 Prozent senken sollen, damit die gesetzten Ziele erreicht werden können. In diesem Zusammenhang muss beachtet werden, dass die EU mehr CO<sub>2</sub> importiert als exportiert und dadurch die Netto-Emissionen der EU weniger stark sinken, als würden nur die territorialen Emissionen betrachtet werden, trotz einer der weltweit höchsten Außenhandelsbilanzen.<sup>50</sup> Anpassungen der CO<sub>2</sub>-Bepreisungen und die Weiterentwicklung des EU ETS über die kommende Periode (2021–2030) hinaus werden zurzeit europaweit kontrovers diskutiert. Dabei wird besonders das sogenannte Carbon Leakage betrachtet, die Gefahr der Auslandsverlagerung besonders emissionsintensiver wirtschaftlicher Aktivitäten, um als Unternehmen kostengünstiger produzieren zu können. Das prominenteste sich in der Diskussion befindende Instrument, um dem Carbon Leakage entgegenzuwirken, ist ein sogenannter CO<sub>2</sub>-Grenzausgleich<sup>51</sup>, der

Abbildung 13: Exporte und Importe der kunststoffverarbeitenden Industrie Deutschlands aufgeteilt nach Handelspartnern des Jahres 2018 (in Prozent).



Quelle: Dispan & Mendler 2020

<sup>47</sup> Conversio 2020a.

<sup>48</sup> Dohse et al. 2020.

<sup>49</sup> Ebd.

<sup>50</sup> Policy Department for External Relations 2020.

<sup>51</sup> Vgl. Stiftung Arbeit und Umwelt 2020.

die anfallenden Emissionen importierter Grundstoffe berücksichtigt. Im Hinblick auf die Resilienz der Lieferketten und etwaige daraus resultierende kontraproduktive Lenkungseffekte (beispielsweise Verteuerung des Bezugs von Grundstoffen, Verlagerung von Produktionskapazitäten) für Unternehmen aus der kunststoffverarbeitenden Industrie sind aktuell die Auswirkungen noch nicht absehbar.

Produktionsverlagerungen, Innovationsdynamiken und Technologietransfer stellen jedoch nur eine Seite der Globalisierung der kunststoffverarbeitenden Industrie dar. Als eine Schattenseite kann der Abfallexport betrachtet werden. Jährlich exportiert Deutschland über 700 000 Tonnen Kunststoffabfälle in Länder wie Malaysia, die Niederlande (als Umschlagplatz), Hongkong, Indien und Indonesien<sup>52</sup> und zählt damit nach den USA und Japan zu den größten Abfall-Exporteuren. China hat die Auflagen für einführbare Kunststoffabfälle 2018 deutlich verschärft, daher steht die Volksrepublik nicht mehr an der Spitze der Liste, die sie jahrelang anführte. Durch stark wachsende Mengen an Import-Abfällen stießen Länder wie Malaysia oder Vietnam an ihre Kapazitätsgrenzen, weshalb bereits von illegalen Verbrennungsanlagen und ins Meer gelangenden Giftstoffen durch unsauberes Recycling berichtet wird. Seitdem haben immer mehr Länder Sanktionen und schärfere Strafen und Einfuhrauflagen angekündigt und umgesetzt.<sup>53</sup> Der Kunststoffherstellerverband PlasticsEurope befürwortet das Vorziehen von Maßnahmen, die im sogenannten Basler Übereinkommen getroffen wurden.<sup>54</sup> Dieses gilt als Regelungsgrundlage für Exporte gefährlicher Stoffe und wurde seit 1989 von 180 Staaten unterzeichnet.<sup>55</sup> Dadurch soll verhindert werden, dass nicht autorisierte Exporte und Importe, unter anderem von Kunststoffabfällen, stattfinden und damit keine Staaten Abfälle einführen, die sie nicht ordnungsgemäß entsorgen beziehungsweise technisch wieder- und weiterverwerten können. Diesem Ziel hat sich auch das Bündnis Alliance to End Plastic Waste verschrieben.<sup>56</sup> Dem 2019 gegründeten Zusammenschluss sind internationale Konzerne zugehörig, darunter deutsche Unternehmen wie BASF, Covestro oder Henkel, die die gesamte Wertschöpfungskette gängiger Kunststoffprodukte abdecken sollen. Mit einem gemeinsam zugesicherten Investment von 1,5 Milliarden US-Dollar in den nächsten fünf Jahren wollen sie somit lokale Projekte finanzieren, die sich der Reduzierung von

Abfällen und der Einsetzung von Kreislaufprozessen verschrieben haben, darunter in Ghana oder Indonesien.

### 3.3 Demografischer Wandel und Fachkräftebedarf

Wie bereits in Kapitel 2.2 diskutiert, könnte der Rückgang offener Arbeitsplätze im Zeitraum Juni 2019 bis Juni 2020 nicht an der Sättigung des Arbeitsmarktes liegen, sondern an dem durch die Corona-Pandemie ausgelösten wirtschaftlichen Abschwung. Vermutlich bewirkt die Pandemie Nachfrage- und Produktionsrückgänge, verbunden mit weniger Personal. Wird der Trend der vergangenen Jahre berücksichtigt, kann jedoch davon ausgegangen werden, dass sich die Branche einem zunehmenden Fachkräftemangel gegenübergestellt sieht.

Besonders äußert sich dies, wenn der Verlauf neu abgeschlossener Ausbildungsverträge betrachtet wird. So musste sich die Kunststoffindustrie in den vergangenen Jahren, wie auch andere industrielle Branchen, mit einer sinkenden Zahl neuer Auszubildenden zurechtfinden.<sup>57</sup> Das Interesse junger Menschen an einer Ausbildung schwindet in vielen Ausbildungsberufen und spitzt so einen entstandenen Fachkräftemangel in den jeweiligen Branchen zu. Trotz leicht wachsender Anzahl an Arbeitskräften in der Branche, sinkt der Zuwachs neuer Fachkräfte. Zudem wird innerhalb der kunststoffverarbeitenden Industrie von einer Frauenquote von lediglich 26,7 Prozent ausgegangen. Gerade Ausbildungsberufe wie der zur/zum Verfahrensmechaniker\*in für Kunststoff- und Kautschuktechnik werden laut des Gesamtverbandes Kunststoffverarbeitende Industrie weniger nachgefragt, da Jugendliche und junge Erwachsene heute vermehrt nach Studium und höheren Bildungsabschlüssen streben würden.<sup>58</sup> Der Branchenverband GKV empfiehlt den Branchenunternehmen, sich einem intensiveren Ausbildungsmarketing zu verpflichten.<sup>59</sup> Beispielsweise könnten Betriebe oder Branchenverbände intensiver auf Bildungsmessen werben oder im Rahmen von Netzwerk- und Informationsveranstaltungen direkt in Schulen und Bildungseinrichtungen über angebotene Ausbildungschancen informieren. In einer aktuellen Studie der Hans-Böckler-Stiftung wird den Berufsbildern in der Kunststoffindustrie kein sonderlich positives Image beigemessen.<sup>60</sup> Die in der Studie befragten Fachleute merken an, dass Jugendliche wenig über die Ausbildung und die Branche wissen oder ihnen diese

<sup>52</sup> PlastikAtlas 2019.

<sup>53</sup> Ebd.

<sup>54</sup> PlasticsEurope 2020c.

<sup>55</sup> Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit 2014.

<sup>56</sup> Endplasticwaste.org, o. J.

<sup>57</sup> Gkv.de 2019.

<sup>58</sup> Dispan & Mendler 2020.

<sup>59</sup> Gkv.de 2019.

<sup>60</sup> Dispan & Mendler 2020.

als wenig attraktiv erscheine. Zudem werde die stark von Einfacharbeit geprägte Industrie in Zukunft mehr Facharbeiter benötigen, die die weiter automatisierten Vorgänge betreuen sollen.

Zusätzlich zur Anwerbung neuer Beschäftigter richtet sich der Fokus auf die Weiter- und Fortbildung des bestehenden Personals. Die regelmäßige Verbreitung und Erneuerung von unterstützenden oder essenziellen Technologien rückten in den vergangenen Jahren mehr und mehr das Konzept des lebenslangen Lernens in den Vordergrund der Aufmerksamkeit vieler Unternehmen, auch unter Kunststoffverarbeitern. In einer Untersuchung der Stiftung Arbeit und Umwelt aus dem Jahr 2019 wird verdeutlicht, dass die meisten befragten Beschäftigten des Managements (66 Prozent) und des Betriebsrats (75 Prozent) in Sachen Digitalisierung als „Einsteiger“ eingestuft werden können.<sup>61</sup> Diese Gruppe wird definiert durch erste Erfahrungen mit digitalen Anwendungen und vereinzelt Weiterbildungen im Einsatz in bestimmten Bereichen. Innerhalb beider Gruppen konnte niemand in die Gruppen „Experten“ oder „Vorreiter“ eingestuft werden. Ergebnisse dieser Art verdeutlichen die Notwendigkeit von systematischen und weitreichenden Maßnahmen für Weiterbildungen in der Branche.

### 3.4 Die Corona-Pandemie beeinflusst weltweit Abfallmengen und Lieferketten

Kunststoffe erfahren während der Corona-Pandemie auf verschiedenen Ebenen einen Imagewandel. Einerseits sind sie als Verpackungsmaterial im Bereich der medizinischen Versorgung von Schutzausrüstungen, Stoffen für Masken oder Behältnisse von Desinfektionsmitteln abermals als unentbehrlich in Erscheinung getreten. Andererseits sind Kunststoffe, insbesondere Einwegplastik, in Umweltschutz- und Nachhaltigkeitsdebatten weiterhin Gegenstand kritischer Betrachtungen.<sup>62</sup> Darüber hinaus lassen sich auf Seiten des Gesetzgebers zwei sehr deutliche Ansätze erkennen. Kunststoffe sollen auf der einen Seite reduziert oder in manchen Fällen gar verboten werden, auf der anderen Seite fördert die Bundesregierung Maßnahmen, durch die alternative Herstellungs- oder Wiederverwertungsmethoden entwickelt werden sollen.<sup>63</sup>

Die aktuelle Corona-Pandemie beeinflusst, wie in aktuellen Untersuchungen diskutiert wird, die Menge pro-

duzierten Abfalls in Deutschland.<sup>64</sup> Das Gesamtvolumen steigt, besonders jedoch der Kunststoffabfall. Es wird mit erhöhtem Aufkommen des Hausmülls und gleichzeitig sinkenden Abfallmengen in Industrie- und Gewerbeunternehmen gerechnet. Die Organisation „Der Grüne Punkt“ geht von zehn Prozent mehr Verpackungsabfall seit März 2020 aus.<sup>65</sup>

Nicht nur das Nutzungsverhalten der Endkunden wird durch die Corona-Pandemie mitbestimmt, sondern auch gängige Wertschöpfungsketten, in die Unternehmen der kunststoffverarbeitenden Industrie eingebunden sind. Tatsächliche Änderungen von Wertschöpfungsketten hängen immer von mehreren Faktoren ab. Nicht nur globale, disruptive Einflüsse wie eine Pandemie stellen etablierte Wertschöpfungsprozesse infrage, sondern ebenso technologische Weiterentwicklungen, Verschiebungen strategischer Ausrichtungen großer Konzerne oder Governance-Strukturen beziehungsweise neue politische Maßnahmen und Rahmenbedingungen.<sup>66</sup>

Der Beginn der Corona-Pandemie war in vielen europäischen Ländern durch einen Mangel an medizintechnischen Produkten, insbesondere Atemschutzmasken und professionell hergestellten Mund-Nasen-Bedeckungen gekennzeichnet. Während High-Tech-Produkte in diesem Bereich tendenziell eher in hochindustrialisierten Ländern wie Deutschland oder den USA entwickelt und hergestellt werden, befinden sich Produktionsstätten von eher „einfachen“ Produkten wie Masken, Gummihandschuhen oder Schutzanzügen vornehmlich in China und anderen Staaten Südostasiens.<sup>67</sup> Die innerhalb kurzer Zeit entstandene Knappheit letztgenannter Produkte hat zu einer Verschiebung der Kontrolle über weltweite Wertschöpfungs- und Lieferketten sowie geografische Schwerpunkte von Unternehmensnetzwerken geführt. Als Folge der Pandemie sind in mehr als 80 Ländern Export-Restriktionen eingeführt worden, hauptsächlich, um die eigene Wirtschaft zu stärken und keine weiteren „nationalen“ Güter-Knappheiten zu schaffen.<sup>68</sup> So hat zum Beispiel die Volksrepublik China ihre Maskenproduktion und die Lieferungen in andere Länder bereits im Februar 2020 abgeschottet.<sup>69</sup> Auch in Deutschland sind Bestrebungen innerhalb der Bundesregierung diskutiert worden, medizinische Schutzausrüstung zukünftig verstärkt im Inland zu produzieren.<sup>70</sup>

<sup>61</sup> Hutapea & Malanowski 2019.

<sup>62</sup> Arnold-Müller 2020.

<sup>63</sup> Bundesministerium für Bildung und Forschung 2020b.

<sup>64</sup> Zdf.de 2020.

<sup>65</sup> Gruener-punkt.de 2020.

<sup>66</sup> Gereffi 2020.

<sup>67</sup> Ebd.

<sup>68</sup> Pananond et al. 2020.

<sup>69</sup> Tagesspiegel.de 2020.

<sup>70</sup> Bundesministerium für Wirtschaft und Energie 2020.



Um den positiven Einfluss der Kunststoffindustrie während der Corona-Pandemie hervorzuheben, hat der Branchenverband PlasticsEurope auf seiner Webseite Beispiele zusammengestellt, wie aus seiner Sicht große kunststoffverarbeitende Unternehmen Wirtschaft und Gesellschaft im Zuge der Pandemie unterstützen.<sup>71</sup> Dazu zählen unter anderem die kostenlose Bereitstellung von Desinfektionsmitteln, Geld- und Sachspenden an besonders betroffene Gebiete oder die Umstellung von den gängig produzierten Produkten zu kurzfristig benötigten (dazu zählen Unternehmen wie die BASF, Evonik oder Covestro). Besonders der letzte Punkt zeigt auf, wie eine global zeitkritische Lage wie die Pandemie Innovationen und die Adaptionsfähigkeit an sich verändernde Rahmenbedingungen begünstigen respektive verstärken kann. Ferner scheinen in kurzer Zeit neue Kooperationen möglich geworden zu sein.

### Corona-bedingte Veränderungen der Arbeitsorganisation und des Umsatzes

Neben der vermehrten beziehungsweise andersartigen Nutzung von Kunststoffen betreffen auch Veränderungen der Arbeitsorganisation die Unternehmen und ihre Beschäftigten in der Branche. In einer Befragung des Branchendienstes „KI – Kunststoff Information“ und des Magazins „K-Profi“ wurde untersucht, wie das Management von Betrieben innerhalb verschiedener kunststoffverarbeitender Teilindustrien bisher auf die Corona-Pandemie reagiert hat.<sup>72</sup> Aufgrund eines niedrigeren Umsatzes und einer geringeren Auslastung setzten zum Befragungszeitpunkt im April 2020 47 Prozent der befragten Unternehmen auf ein Kurzarbeitsmodell, mit variierenden Anteilen in den Teilbranchen. Unter den Automobilzulieferern meldeten beispielsweise 92 Prozent Kurzarbeit an, während dies unter den Medizin- oder Packmittelzulieferern mit 11–25 Prozent vergleichsweise wenige Unternehmen taten. Das Informationsportal Packaging Europe hat ebenfalls im April 2020 Ergebnisse einer eigens durchgeführten Umfrage veröffentlicht.<sup>73</sup> Diese hatte zum Ziel, zu ermitteln, welche Herausforderungen und Implikationen aus der Perspektive von Akteuren der Verpackungsindustrie mit der Corona-Pandemie für die Branche einhergehen. Hierbei wurde nach eigenen Angaben darauf Wert gelegt, Ansichten aus der gesamten Wertschöpfungskette miteinzubeziehen. Zu den zentralsten Herausforderungen angepasster Formen der Arbeitsorganisation zählt nach dieser Umfrage die „Heimarbeit“, die 85 Prozent der befragten Unternehmen für ihre Büroangestellten ermöglicht haben. Ein ähnlicher Anteil hat Schichtarbeit für die in der Produktion beschäftigten

Arbeitskräfte eingeführt, um sogenannte Distanzierungsmaßnahmen vor Ort besser umsetzen zu können.

Wie bei den Produktionsindizes sind monatliche Daten der Umsatzwertindizes bis Mai 2020 verfügbar. Eine Auswertung dieser Daten ermöglicht es, erste Rückschlüsse auf die Umsatzrückgänge der kunststoffverarbeitenden Industrie durch die Corona-Pandemie zu ziehen.

Abbildung 14 stellt die Entwicklung der Umsatzwertindizes von Januar 2000 bis Mai 2020 dar. Bei den Indizes handelt es sich um verkettete Originalwerte (nicht saison- und kalenderbereinigt) mit dem Basisjahr 2015 = 100. Obwohl für 2020 lediglich fünf Monate in die Berechnung des Durchschnitts eingehen, von denen nur zwei Monate deutliche Umsatzeinbußen während der Corona-Pandemie repräsentieren, ist ein starker Rückgang im Jahr 2020 zu erkennen. Nach diesen Daten ist der Umsatz in den Klassen sonstige Kunststoffwaren und Baubedarfsartikel stark zurückgegangen. Insgesamt verzeichnete die kunststoffverarbeitende Industrie von März 2020 zu April 2020 einen Umsatzrückgang von 16 Prozent.

In Verbindung mit diesen Daten des Statistischen Bundesamts sind Umfragen zu Umsatzauswirkungen der Corona-Pandemie veröffentlicht worden. In einer Studie der IK Industrievereinigung Kunststoffverpackungen im April 2020 wurden Umfrage-Ergebnisse von 120 mittelständischen Betrieben der Branche ausgewertet.<sup>74</sup> Während Hersteller von stark nachgefragten Produkten in den Bereichen Lebensmittel, Pharmazeutika und Hygiene zum Teil bereits an Kapazitätsgrenzen stoßen, beklagen beispielsweise Automobilzulieferer starke Nachfrage- und Umsatzeinbrüche. Dies zeigt die unterschiedliche Lage auf, in der sich Unternehmen der kunststoffverarbeitenden Industrie gegenwärtig befinden. Eine ähnliche Differenzierung lässt sich im Kontext der Personalorganisation erkennen. Industrielieferer führen laut den Umfrageergebnissen tendenziell eher und verstärkter Kurzarbeitsmodelle ein. Konsumverpackungshersteller kämpfen währenddessen häufiger mit Personalmangel.

Zu ähnlichen Ergebnissen kommt eine Befragung des Verbands der Chemischen Industrie (VCI) unter seinen Mitgliedsunternehmen, ausgewertet vom Branchenverband PlasticsEurope im Mai 2020. Zu den Befragten zählten 20 Unternehmen aus dem Bereich der Kunststoffherzeugung.<sup>75</sup> Der überwiegende Teil der befragten Unternehmen beklagt einen leichten bis starken Umsatzrückgang.

<sup>71</sup> PlasticsEurope 2020a.

<sup>72</sup> Recyclingportal.eu 2020.

<sup>73</sup> Munford 2020.

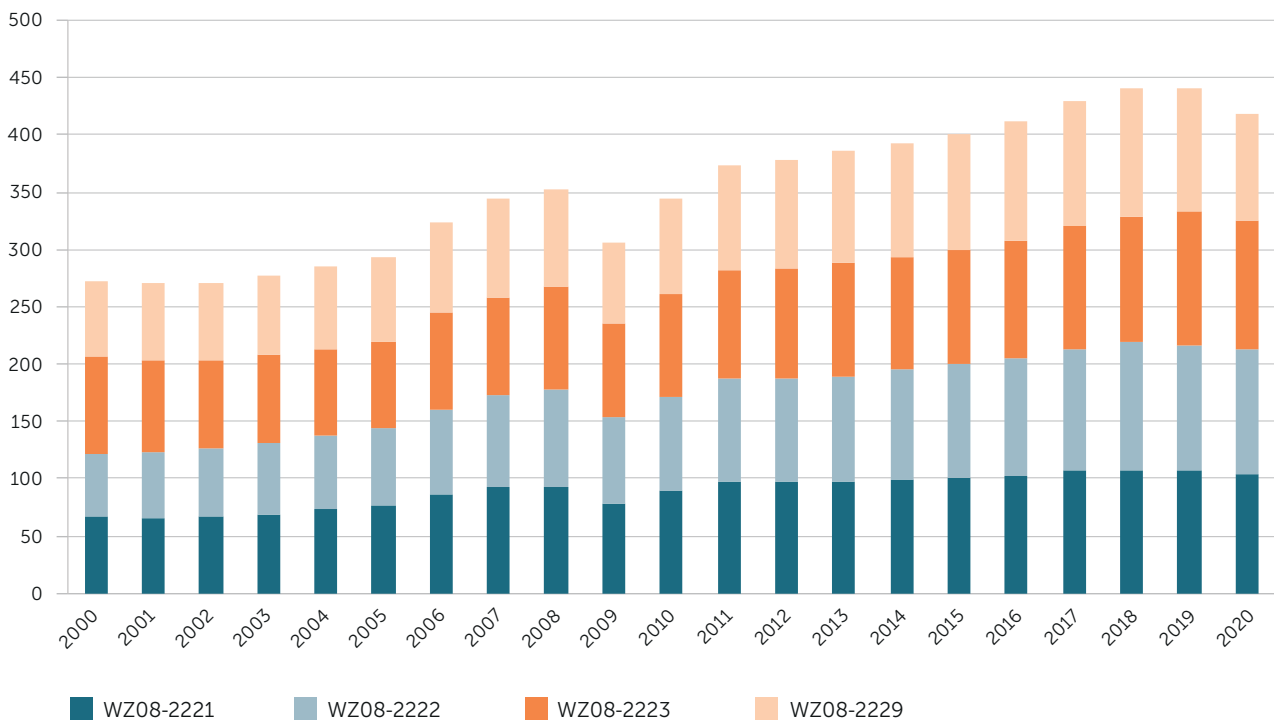
<sup>74</sup> Kunststoffverpackungen.de 2020.

<sup>75</sup> PlasticsEurope 2020b.

Neben dem deutschen Markt sei besonders das europäische Ausland davon betroffen. Ebenso wird bei vielen der befragten Betriebe die schwindende Kapazitätsauslastung bei leicht steigenden Produktionskosten beklagt. Etwa ein Drittel der befragten Unternehmen befürchtet Corona-bedingte Liquiditätsengpässe, tatsächliche Zahlungsausfälle verzeichneten bislang allerdings nur etwa 15 Prozent. Dennoch gehen nach dieser Umfrage über 60 Prozent der Kunststoffhersteller davon aus, die Umsatzeinbußen nicht mehr aufholen zu können.

In einer im April 2020 durchgeführten Umfrage der Online-Plattform kunststoffe.de<sup>76</sup> setzen die Nutzer\*innen des Portals als Antwort auf die Frage, wie sich die Kunststoffindustrie durch die Corona-Krise verändern wird, prioritär auf „digitale Lösungen und automatisierte Prozesse [...]“. Zu weiteren häufig genannten Antwortmöglichkeiten zählen die Intensivierung von lokaler Produktion und die gleichzeitige Schrumpfung globaler Produktions- und Handelsstrukturen. In der bereits erwähnten Umfrage von Packaging Europe wurde auch die Frage nach Langzeitfolgen der Corona-Pandemie gestellt. Die „intensivere Nutzung von E-Commerce-Lösungen“ in der Verpackungsindustrie sowie „größere gesellschaftliche Wertschätzung von Verpackungen“ sind am häufigsten genannt worden, wodurch die zukünftige Wichtigkeit der Digitalisierung nochmals betont wird.

Abbildung 14: Umsatzwertindizes der kunststoffverarbeitenden Industrie



Quelle: VDI TZ, eigene Darstellung nach: Statistisches Bundesamt, Tabelle 42152, Produktionsindex 2015 = 400

<sup>76</sup> Kunststoffe.de 2020.

# 4

## 4. Transformationstrends: Nachhaltigkeit und Treibhausgasneutralität

Um Klimaschutz und Nachhaltigkeit in Wirtschaft und Gesellschaft stärker zu verankern, sind im Laufe der vergangenen Jahre einige Strategien und Regularien auf nationaler und internationaler Ebene erlassen worden.<sup>77</sup> Vor allem der anvisierte industrielle Wandel hin zu einer nachhaltigen Industriegesellschaft wirkt sich auf viele Unternehmen und deren Mitarbeitende in der verarbeitenden Industrie aus. Lösungen liegen unter anderem in der Steigerung der Energie-Effizienz, der intelligenten Verwertung von CO<sub>2</sub>, der Minderung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes der Branche sowie der Überführung linearer Wertschöpfungsketten in zirkuläre Wertschöpfung (Kreislaufwirtschaft).<sup>78</sup> Kunststoffprodukte werden langlebiger werden müssen, wiederverwendbar oder vollständig recycelbar sein, um die Transformation hin zu mehr Nachhaltigkeit vollziehen zu können. Obwohl die Menge an recyceltem Plastik zwischen 2006 und 2018 stark angestiegen ist, besteht weiterhin großer Handlungsbedarf.<sup>79</sup>

Neben den oben genannten Aspekten gelten für die kunststoffverarbeitende Industrie weitere spezifische Regularien und Instrumente des Umweltschutzes. Eines dieser Instrumente ist es, schädigende Einträge von Stoffen in die Umwelt zu verringern. Unter diesen Aspekt fällt unter anderem die Emittierung von Kunststoffen in Form von Mikro- und Makropartikeln.

Neben den direkten Einträgen von Kunststoffpartikeln in die Umwelt entstehen durch den Produktionsprozess sowohl in der Primärherstellung von Plastik als auch in der kunststoffverarbeitenden Industrie Stoffe, die sich auf die Treibhausgasbilanz niederschlagen. Ein weiterer wichtiger Faktor zur Erreichung der Nachhaltigkeitsziele ist neben der Schließung von Stoffkreisläufen daher die „Dekarbonisierung“ der Herstellung und Verarbeitung von Kunststoffen.

Innovationen im Bereich der kunststoffverarbeitenden Industrie lassen sich in die beiden Kategorien Produktinno-

vationen und Prozessinnovationen unterteilen. Zur ersten Kategorie zählen die Bereiche Kreislaufwirtschaft (englisch Circular Economy) und biobasierte Kunststoffe. Beide Punkte behandeln die Zusammensetzung des Werkstoffs. Prozessinnovationen beinhalten die Megatrends Digitalisierung und additive Fertigung beziehungsweise Leichtbau. Diese Aspekte behandeln technische Umsetzungen bei der Herstellung sowie beim Einsatz des Werkstoffes.

### 4.1 Kreislaufwirtschaft

Der Prozess von einer linearen hin zu einer zirkulären Wirtschaft gilt als eine der wichtigsten Herausforderungen des Klimaschutzes. Ressourcen sollen geschont, Emissionen und Abfall reduziert werden. Dies gelingt besonders, indem Produkte diesem Kreislauf übergeben werden.

In Deutschland forschen diverse Fachleute im Bereich der Transformation zu einer Kreislaufwirtschaft für Kunststoffprodukte. Unter dem Dach der Fraunhofer-Gesellschaft beschäftigt sich das Cluster of Excellence Circular Plastics Economy (CCPE<sup>®</sup>) mit insgesamt fünf Instituten hiermit. In sechs Forschungsabteilungen, die die gesamte Wertschöpfungskette abbilden, arbeiten die Fachkräfte in den Bereichen zirkuläre Polymere, zirkuläre Zusatzstoffe und Verbindungen, fortgeschrittenes Recycling, zirkuläre Logistik und Nachhaltigkeit, Anwendung und Beispiele sowie Wirtschaft und Transformation.<sup>80</sup> Um die Transformation bestmöglich umzusetzen, sollen alle Akteure in den Prozess mit eingebunden werden. Neben Forschung und Wirtschaft tragen auch Verbraucher\*innen sowie „Inverkehrbringer\*innen“ einen wichtigen Teil bei. Im Rahmen eines Dialogprozesses sollten daher aus der Sicht des Gesamtverbandes Kunststoffe-Industrie Mitglieder aller Bereiche miteinander in Austausch treten, um bestmögliche Ergebnisse zu erzielen. Nur durch regelkonformes Recycling durch alle Gruppen kann die Höhe der Rezyklatmenge gesteigert werden.<sup>81</sup>

<sup>77</sup> Konkret wird auf diese Regularien in Abschnitt 6.1 eingegangen.

<sup>78</sup> Europäische Kommission 2018b.

<sup>79</sup> PlasticsEurope 2019.

<sup>80</sup> Fraunhofer CCPE 2019.

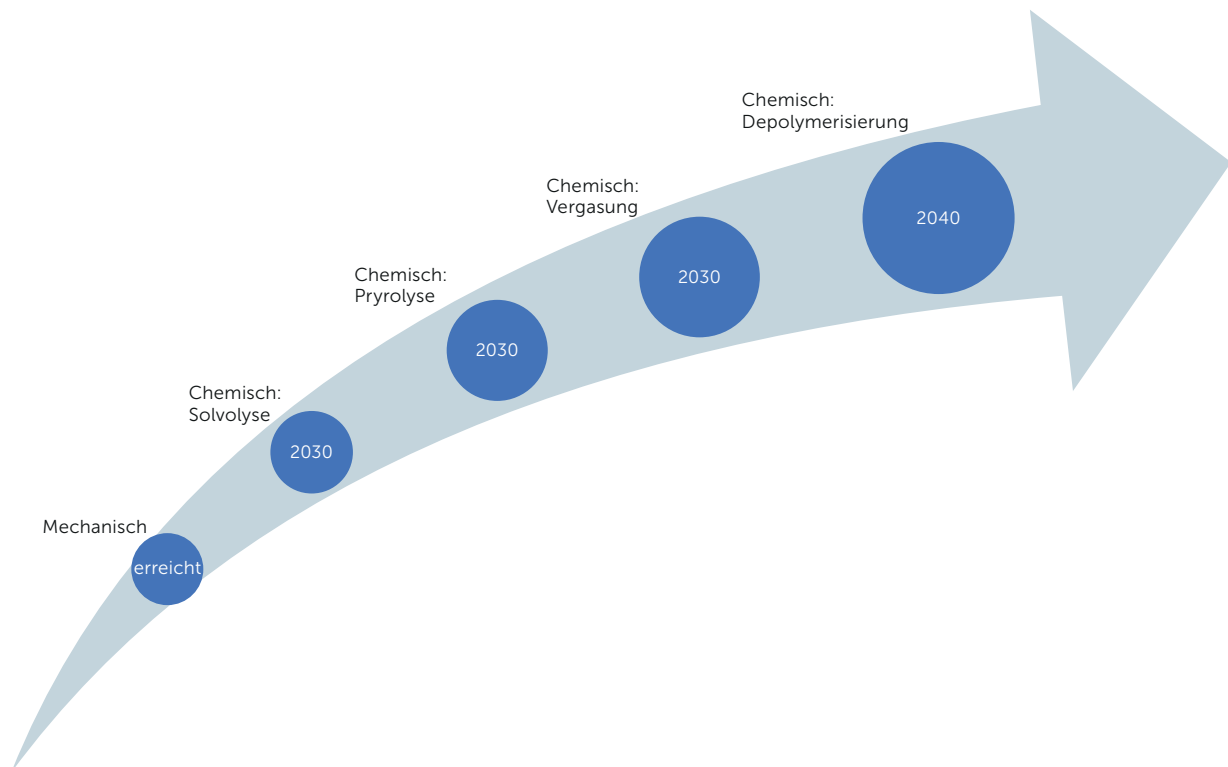
<sup>81</sup> Gesamtverband Kunststoffe-Industrie et al. 2018.

Unterschieden wird an dieser Stelle zwischen Abfällen aus der Produktion und sogenannten Post-Consumer-Abfällen. Die Menge an Rezyklaten ist abhängig von der Menge der geeigneten Recyclingabfälle sowie dem technologischen Potenzial der Recyclingvorgänge. Zum gegenwärtigen Zeitpunkt wird zwischen mechanischem Recycling, welches sich für gering verschmutzte und sortenreine Abfallprodukte eignet und diese anschließend zu neuem Kunststoff weiterverarbeiten kann, und chemischem Recycling unterschieden. Dies eignet sich für Kunststoffabfälle, die mechanisches Recycling nicht zulassen. Diese Methode ist auch unter dem Synonym *rohstoffliche Verwertung* bekannt, da die hinzugegebenen Recyclingprodukte in ihre chemischen Grundstoffe zersetzt werden und erst anschließend als Rohstoff für neue Werkstoffe zur Verfügung stehen.

Durch Erhöhungen der Abfallmengen für Recycling und technologische Verbesserungen während des Recyclingprozesses werden sich zukünftig sowohl die verwertbaren Anteile an Rezyklaten aus Kunststoffabfällen als auch die gesamte Rezyklatmenge erhöhen. Dies ist überblicksartig in Abbildung 15 zu sehen, die verschiedene Marktreifezeit-

punkte für die jeweiligen Recyclingverfahren aufzeigt. Im Bereich des mechanischen Recyclings wird 2050 im Vergleich zu 2020 ein Wachstum der Abfallmenge für mechanisches Recycling um rund 49 Prozent erwartet, was in Kombination mit einer Erhöhung der Rezyklatgewinnung von 70 Prozent in 2020 zu 75 Prozent in 2030<sup>82</sup> und in eine Steigerungsrate der Rezyklatmenge um 60 Prozent zwischen 2020 und 2050 mündet. Wie in Abbildung 15 ebenfalls dargestellt, befinden sich die chemischen Verfahren derzeit noch nicht auf dem Markt beziehungsweise lässt ihre derzeitige geringe Effizienz von 45–46 Prozent aktuell noch keine flächendeckende Nutzung zu. Es ist jedoch anzunehmen, dass die prozentuale Verwendbarkeit bis 2050 um 50 Prozent ansteigt.<sup>83</sup> Eine Studie, die die Potenziale und Entwicklungsperspektiven des chemischen Kunststoffrecyclings untersucht hat, berichtet, dass die technischen Grundlagen zwar bereits vorhanden seien, die Technologien jedoch größtenteils auf den Pilotmaßstab fokussieren und eine Anwendung am Markt derzeit noch nicht wirtschaftlich sei. Dies gilt insbesondere für Pyrolyseverfahren. Aber auch die Projekte zur Vergasung von Kunststoffen haben größtenteils noch Labormaßstab. Insbesondere in der Umsetzung im kommerziellen

Abbildung 15: Prognostizierte Entwicklungen des chemischen Kunststoffrecyclings 2030 + im Überblick



Quelle: Eigene Darstellung VDI TZ nach: Geres et al. (2019), S. 44–45

<sup>82</sup> Es ist davon auszugehen, dass dieser Wert ab 2030 konstant bleibt.

<sup>83</sup> Geres et al. 2019.

Bereich besteht daher noch weiterer Forschungs- und Entwicklungsbedarf. Als Hemmnisse für das rohstoffliche Recycling werden einerseits technische Aspekte wie die geringe Ausbeute, die geringe Qualität der Produkte durch die hohe Heterogenität der eingebrachten Kunststoffe oder anlagentechnische Schwierigkeiten in der Maßstabsvergrößerung genannt. Andererseits werden regulatorische Unklarheiten als Hemmnis betont.<sup>84</sup>

In einer Pilotanlage des Fraunhofer Instituts CARBO-TRANS in Leuna, Sachsen-Anhalt, soll künftig an der stofflichen Nutzung von Kunststoffabfällen, im Gegensatz zur bisherigen Verfeuerung der Module, geforscht werden. Die notwendige Energie stammt aus nachhaltigem Wasserstoff. Das Projekt, welches vom Land Sachsen-Anhalt gefördert werden soll, befindet sich derzeit in Planung und soll ab 2021 errichtet werden.<sup>85</sup>

Die BASF und das Blockchain-Unternehmen Security Matters arbeiten zukünftig gemeinsam an einem Projekt zur Rückverfolgung von Kunststoffen und wollen damit einen wertvollen Beitrag zur Beschleunigung der Kreislaufwirtschaft für Kunststoffe leisten. Obwohl der Recyclinganteil von Kunststoffen stetig steigt, verliert der Werkstoff durch chemisches Recycling einen Großteil seiner positiven Eigenschaften. Mit Hilfe einer Rückverfolgung auf chemischer Basis sollen Kunststoffe künftig mit einem Barcode markiert und anschließend mit einem digitalen Zwilling verbunden werden. Die so gewonnenen Informationen sollen dazu beitragen, Wege nachzuverfolgen und mit Hilfe dieser Innovationen Lücken innerhalb des Kreislaufs zu identifizieren und künftig zu schließen.<sup>86</sup> Diese Innovation stellt eine Methode zur Analyse des Lebenszyklus von Plastikprodukten (Life Cycle Analyses, LCA) dar. Das Ziel der LCA ist es, die Ökobilanz von Kunststoffen zu verbessern. Dies geschieht unter anderem durch Effizienzanalysen der einzelnen Recyclingverfahren.<sup>87</sup>

Da zum jetzigen Zeitpunkt weder die technologische noch die finanzielle Möglichkeit zur vollständigen Nutzung der zirkulären Wertschöpfungskette gegeben ist, werden parallel weitere Verfahren ausgebaut und genutzt. Bis dahin können weitere technische und soziale Innovationen einen sinnvollen Beitrag zur Erhöhung der Nachhaltigkeit in der Kunststoffindustrie leisten.

#### 4.2 Biobasierte und biologisch abbaubare Kunststoffe

Ein Beispiel für einen derartigen Beitrag ist die Nutzung *biobasierter Kunststoffe* anstelle von kohlenstoffbasierten Kunststoffen. Zum jetzigen Zeitpunkt existieren diverse Verfahren, allerdings müssen hier Kosten und Nutzen abgewogen werden.<sup>88</sup> Biobasierte Rohstoffe entstammen Flächen, die für Lebensmittel, die Herstellung von Biogas oder Ähnliches verwendet werden könnten. Dieser Nutzungskonflikt wirkt sich negativ auf die Nachhaltigkeitsbilanz aus. Werden hingegen Altprodukte, Abfälle oder CO<sub>2</sub> genutzt, so kann dies die Klimabilanz verbessern. Eine Projektgruppe bestehend aus Fraunhofer IAP und BTU Cottbus-Senftenberg kombiniert Kunststoffe mit biologischen Molekülen. In der Verpackungsindustrie soll die Haltbarkeit der Lebensmittel so verlängert und die biologische Abbaubarkeit der Verpackungen künftig möglich gemacht werden.<sup>89</sup> Besonders im Hinblick auf die Verbote zu Einwegplastik-Verpackungen (siehe hierzu Kapitel 5.1.) ist dieser Punkt von hoher Relevanz und kann primär Unternehmen in der Herstellung von Verpackungsmitteln eine Alternative aufzeigen. Auch im Bereich der Verpackungen existieren bereits heute alternative Stoffe. Eine Methode zur Umstellung von polyethylenbasierten hin zu biologisch abbaubaren Kunststoffen befindet sich bereits auf dem Markt und besitzt dementsprechend ein hohes TRL (Technology Readiness Level). Die Verwendung alternativer Kunststoffe anstelle von Kunststoffen niedriger mechanischer Qualität ist bereits seit 2015 marktfähig und kann eine deutliche Emissionsverminderung bewirken.<sup>90</sup> Seit Januar 2021 arbeiten Forscher\*innen aus den Bereichen Biologie und Chemie der Universität Konstanz im Rahmen des Forschungsprojektes „Intelligente nicht-persistente polyethylenartige Werkstoffe (INPEW)“ an einer Möglichkeit, abbaubare Kunststoffe herzustellen. Ihre Idee ist es, sogenannte Mikrophasen in den Polyethylen mit einzubinden, die durch den Kontakt mit Mikroorganismen bei Eingabe in Süß- oder Salzwasser den Zersetzungsprozess des Kunststoffes selbstständig einleiten. Die Untersuchung von Polyethylen soll als Fallbeispiel für eine Reihe von „intelligenten“, aber dennoch mechanisch widerstandsfähigen Produkten dienen.<sup>91</sup>

<sup>84</sup> Ramesohl et al. 2020.

<sup>85</sup> Fraunhofer IMWS 2018.

<sup>86</sup> BASF & Security Matters 2020.

<sup>87</sup> Basf.de, o. J.

<sup>88</sup> Gesamtverband Kunststoffverarbeitende Industrie 2020.

<sup>89</sup> IAP Fraunhofer 2018.

<sup>90</sup> Chan et al. 2019.

<sup>91</sup> Informationsdienst Wissenschaft 2020.

### 4.3 Steigerung der Energieeffizienz durch Digitalisierung und additive Fertigung

Der hohe Energieverbrauch der kunststoffverarbeitenden Industrie wirkt sich nicht nur negativ auf ihre Umweltbilanz und die Kosten durch Energieversorgung aus, sondern mitunter auch auf das Ansehen innerhalb der Gesellschaft. Der Primärenergieverbrauch der gummi- und kunststoffverarbeitenden Industrie lag im Jahr 2018 bei rund 91,9 Tausend Terra Joule (TJ), was in etwa einen Anteil von sieben Prozent am Gesamtenergieverbrauch der chemischen Industrie ausmacht. Der Primärenergieverbrauch ist in beiden Branchen seit 2010 in seinem Maximalwert (rund 98,4 Tausend TJ) stetig gesunken.<sup>92</sup> Für 2019 errechnete das statistische Bundesamt einen Energieverbrauch von rund 85,1 Tausend TJ, wovon der Großteil energetisch genutzt wurde und rund 0,07 Prozent stofflich genutzt wurden. 57 Prozent des Gesamtenergieverbrauchs der beiden Branchen entfallen auf den Bereich Strom, 31 Prozent auf den Bereich Gas und lediglich 2,2 Prozent auf Öl.<sup>93</sup> Schätzungen zufolge gehen 61 Prozent des Gesamt-CO<sub>2</sub>-Ausstoßes der Kunststoffindustrie auf die Kunststoffherstellung zurück, während 30 Prozent auf die kunststoffverarbeitende Industrie und bis zu neun Prozent auf die Entsorgung von Plastik entfallen.<sup>94</sup> Im Jahr 2016 betrug die CO<sub>2</sub>-Emissionen in der Herstellung von Gummi- und Kunststoffwaren rund 309 Tausend Tonnen.<sup>95</sup>

Das Spritzgieß- und das Extrusionsverfahren stellen wichtige Verfahren in der Kunststoffverarbeitung dar. Der Großteil der Energie wird für die Aufheizung und Schmelzung des Granulats, den mechanischen Antrieb der Gerätschaften sowie die anschließende Kühlung benötigt. Ein Energieeinsparpotenzial ergibt sich somit für die Haupttechnologien selbst, aber auch für die Bereiche der Querschnittstechnologien. So wurden bereits 2010 „Kriterien zur Kommunikation der Energieeffizienz von Kunststoff verarbeitenden Maschinen“ vom österreichischen Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie erstellt. Der an dieser Stelle veröffentlichte Maßnahmenkatalog beschreibt Energie-Effizienz-Steigerungsmaßnahmen in den Bereichen des Maschinenantriebs, des hydraulischen Antriebs, des Plastifizierzylinders, des Werkzeugs und des Temperier-

geräts sowie in der Verfahrenstechnik.<sup>96</sup> Als weitere technische Prozessinnovationen werden die Transformation zu leichteren und dünneren Produkten bei gleichem Nutzwert, aber auch Veränderungen in der Nutzung von Materialien unter Miteinbeziehung der Beschäftigten genannt. Auf organisatorischer Ebene führt der erhöhte Grad an Automatisierung zu einer Verbesserung der Produktion (und ihrer Qualität) und reduziert so den Material- und Energieverbrauch.<sup>97</sup>

Im Zuge der voranschreitenden Digitalisierung und Industrie 4.0, beispielsweise durch die Auswertung von Daten, ist es bereits heute möglich, Ineffizienzen innerhalb der Produktion zu erkennen und zu beheben. So können der Energieverbrauch und die hiermit verbundenen Kosten gesenkt werden. Das Unternehmen buttenfeld-cincinatti hat ein Verfahren entwickelt, das die Trocknungszeit von Kunststoffen bei der Herstellung um 30–50 Prozent reduziert<sup>98</sup> und somit den Energieverbrauch um 25 Prozent senken kann.<sup>99</sup>

Auch die voranschreitende Digitalisierung der Industrie selbst leistet einen Teil zur Senkung des Ressourcenverbrauchs. Kunststoffe eignen sich aufgrund ihrer guten Produkteigenschaften als Werkstoff für eine Vielzahl von Anwendungen. Im Zuge neuer und effizienterer Produktionsverfahren, die mit der Industrie 4.0 für eine Vielzahl von Betrieben zugänglich wurden, ist dem Werkstoff eine Vielzahl neuer Verwendungsmöglichkeiten zuteilgeworden. Ein prominentes Beispiel stellt die additive Fertigung, im Volksmund oftmals als 3-D-Druck bezeichnet, dar. Additive Fertigungsverfahren meinen dabei die Herstellung fester Gegenstände mit Hilfe von computerbasierten Vorlagen unter Verwendung diverser Materialien. Einzel- oder Ersatzteile für den Mobilitätsbereich, um ein Beispiel zu nennen, werden auf diese Weise seit langem hergestellt. Oftmals werden Kunststoffe aufgrund ihrer positiven Eigenschaften als stoffliche Grundlage genutzt. Im Vergleich zu herkömmlichen Herstellungsverfahren von Kunststoffteilen können diese mit Hilfe des 3-D-Drucks passgenau hergestellt und die Entstehung unnötiger Reststoffe kann auf diese Weise vermieden werden.<sup>100</sup>

<sup>92</sup> Aufgrund der Datenverfügbarkeit entstammen die Daten den Sektoren H. v. Gummi- und Kunststoffwaren. Statistisches Bundesamt 2020f.

<sup>93</sup> Statistisches Bundesamt 2021.

<sup>94</sup> Plastikatlas 2019.

<sup>95</sup> Aufgrund der Datenverfügbarkeit entstammen die Daten den Sektoren H. v. Gummi- und Kunststoffwaren. Statistisches Bundesamt 2020e.

<sup>96</sup> Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserstoffwirtschaft 2016.

<sup>97</sup> Dispan & Mendler 2020.

<sup>98</sup> buttenfeld-cincinatti.de, o. J.

<sup>99</sup> Evans 2016.

<sup>100</sup> Chan et al. 2019.

#### 4.4 Wasserstoff

Als ein weiterer Hoffnungsträger in Bezug auf die Dekarbonisierung der Industrie – auch die kunststoffverarbeitende Industrie – gilt Wasserstoff.<sup>101</sup> Wasserstoff, der durch die Aufspaltung von Wasser in Wasserstoff und Sauerstoff entsteht, dient als alternativer grüner Energieträger. Vor allem energieintensive Industrien, zu denen auch die kunststoffverarbeitende Industrie gehört, tragen durch ihre Produktion zu einem hohen Maße an der Emission von Treibhausgasen bei. Hier setzt die Umstellung von fossilen auf alternative Energien wie Wasserstoff an, dessen Nachhaltigkeitsfaktor insbesondere von seiner Herstellung abhängig ist. Werden erneuerbare Energien als Energiequelle für die Elektrolyse verwandt, so handelt es sich um „grünen“ Wasserstoff, da keinerlei Treibhausgase während der Herstellung emittiert werden. Zusätzlich kann Wasserstoff energieintensiven Industrien als Quelle für Prozesswärme dienen oder stellt eine Alternative zur Verwendung von fossilen Rohstoffen in der chemischen Industrie dar. Wird eine kohlenstoffhaltige Quelle extern hinzugefügt, können unter Zugabe von Wasserstoff kohlenstoffhaltige Grundstoffe hergestellt werden. So kann durch die stoffliche Nutzung von Wasserstoff beim chemischen Recycling der Kohlenstoffkreislauf geschlossen und neues Rezyklat zur Weiterverwendung in der Kunststoffindustrie genutzt werden.<sup>102</sup> Wasserstoff besitzt somit langfristig das Potenzial, Erd- oder Biogas vollständig zu substituieren und könnte damit zu einer fossilen Primärenergieträgereinsparung in Höhe von bis zu 28,49 TJ führen, wenn ein Erdgasanteil von 31 Prozent am Primärenergieträgerverbrauch in der gummi- und kunststoffverarbeitenden Industrie mit 91,9 TJ (2018) zugrunde gelegt wird.

#### 4.5 CCU

Ein weiteres Novum ist nicht direkt für die Reduktion von Emissionen während der Verarbeitung von Kunststoffen zuständig, trägt aber einen Teil zur Bindung von Kohlenstoffdioxid bei. Während der sogenannten Carbon Capture and Utilization (CCU) wird CO<sub>2</sub> im Zuge industrieller Prozesse aufgefangen und gespeichert. Während Carbon Capture and Storage (CCS) an diesem Punkt endet, wird der in CCU gespeicherte Kohlenstoff als Rohstoff weiterverwendet. Da Kohlenstoff die notwendigen Eigenschaften hat, um in Polymer umgewandelt zu werden, eignet es sich als Rohstoff bei der Herstellung von Kunststoffen.<sup>103</sup>

Das Unternehmen Covestro entwickelte gemeinsam mit der RWTH Aachen ein Verfahren, in dem CO<sub>2</sub> verwendet wird, um Kunststoff herzustellen. Diese Innovation im sogenannten Post-Consumer-Recycling (PCR) erreichte das Finale des Deutschen Zukunftspreises und verspricht, die Grundlage für neue Geschäftsmodelle zu werden.<sup>104</sup>

Ein aktuell vom Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördertes Projekt (Carbon2Chem) versammelt etwa 20 Industrie- und Forschungspartner, um die Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>, die die Stahlwirtschaft jährlich ausstößt, nutzbar zu machen.<sup>105</sup> Es wird daran gearbeitet, die Emissionen in Grundstoffe zur Weiterverarbeitung in Kraft- oder Kunststoffe umzuwandeln. Erste Meilensteine wurden bereits erreicht, wie die Errichtung adäquater Anlagen und Labore sowie erste Forschungstätigkeiten. Zum Konsortium gehören führende deutsche Forschungs- und Industrieunternehmen wie das Fraunhofer UMSICHT und thyssenkrupp.<sup>106</sup>

#### 4.6 Neue Wertschöpfungspotenziale

Die Transformation zu mehr Nachhaltigkeit wird die kunststoffverarbeitende Industrie zukünftig stark prägen. Inwiefern Unternehmen hiervon profitieren, wird unter anderem von ihrer Fähigkeit zur Adaption an neue Märkte abhängig sein. Während die kunststoffverarbeitende Branche in den vergangenen Jahren gute wirtschaftliche Zahlen erreichen konnte (siehe hierzu Kapitel 3), hat sich dies bereits im ersten Halbjahr 2019 verändert. Die Auswertung einer Umfrage der KI Group<sup>107</sup>, an der sich 509 Unternehmen der kunststoffverarbeitenden Branche beteiligten, zeigt, dass die Marktsituation 2018 und 2019 scheinbar einen Tiefpunkt erreicht hat. Lediglich Unternehmen im Bereich des Kunststoffrecyclings können weiterhin einen positiven Trend verzeichnen. Dies deutet darauf hin, dass sich neue Geschäftsfelder unter anderem im Bereich des Kunststoffrecyclings entwickeln werden. Auch die Branche der Biokunststoffe scheint sich, verglichen mit den herkömmlichen Kunststoffen, in einem Aufschwung zu befinden.<sup>108</sup> Rückenwind erlebt sie möglicherweise auch durch die Bioökonomiestrategie, die im Januar 2020 in Deutschland von der Bundesregierung verabschiedet worden ist.

Neben der Transformation innerhalb der kunststoffverarbeitenden Industrie kann auch die Transformation in

<sup>101</sup> Kaiser & Malanowski 2020.

<sup>102</sup> IN4climate.NRW 2019.

<sup>103</sup> Gesamtverband Kunststoffverarbeitende Industrie 2020.

<sup>104</sup> Kunststoffland NRW 2020.

<sup>105</sup> Bundesministerium für Bildung und Forschung 2020a.

<sup>106</sup> Tönjes et al. 2020.

<sup>107</sup> KI Group 2019.

<sup>108</sup> Isenburg & Königsreuther 2020.

nachgelagerten Branchen Auswirkungen auf die Kunststoffindustrie haben. Im Gegensatz zu alternativen Stoffen sind Kunststoffe beständig und leicht und eignen sich für bestimmte Bereiche. Zur Erreichung von Energiestandards im Gebäudesektor werden Kunststoffe unter anderem zur Dämmung genutzt (siehe dazu Abbildung 1). Leichtbau als Schlüsseltechnologie stellt ein weiteres Nutzungsprinzip dar. Im Jahr 2019 hat in Deutschland der erste Leichtbaugipfel stattgefunden; Experten sind sich der positiven Eigenschaften dieser Schlüsseltechnologie in vielen Bereichen bewusst. Hier nimmt Kunststoff mit seinen positiven Eigenschaften eine wichtige Rolle ein. Vor allem die Mobilitätsbranche setzt Leichtbaufertigungsteile an vielen Stellen ein. Das verringerte Gewicht von Kraftfahrzeugen, Flugzeugen und weiteren Transportmitteln führt zu erheblichen Reduktionen im Kraftstoffverbrauch. Auch die Reichweite von Hybrid- und Elektrofahrzeugen kann durch die Reduktion des Fahrzeuggewichtes erhöht werden.<sup>109</sup> Dies kann im Umkehrschluss dazu führen, dass die Nachfrage nach Fahrzeugen herkömmlicher Antriebe zugunsten von E-Fahrzeugen reduziert wird, was sich schlussendlich positiv auf die Emissionen von Treibhausgasen auswirkt. Im Bereich des Leichtbaus aber auch für andere Verwendungszwecke, wie Rotorblätter von Windkraftanlagen, werden häufig Verbundwerkstoffe genutzt. Diese Stoffe zeichnen sich durch einen hohen Grad an Festigkeit und Widerstandsfähigkeit bei leichtem Gewicht aus, sind aber aufgrund ihrer Komplexität (häufig sind sie kohlenstoff- oder glasfaserverstärkt) schwer zu recyceln. Ein weiteres Problem stellt die Größe der Rotorblätter dar. Aktuell beschäftigen sich unter anderem das Fraunhofer ICT und das KIT in Karlsruhe im Rahmen von Projekten mit dem Recycling von Rotorblättern. Auch die Einführung der Plastiksteuer führt im Gegenzug dazu, dass alternative Stoffe für Wegwerfprodukte verwendet werden. Diese lassen sich aufgrund ihrer Komplexität häufig nicht recyceln und haben einen ebenso schädlichen Einfluss auf die Umwelt. Weiterhin trägt die Verwendung alternativer Stoffe nicht zur Entstehung einer Kreislaufwirtschaft für Kunststoffe bei, sondern wirkt vielmehr als Hemmnis.<sup>110</sup>

#### 4.7 Zwischenfazit: Transformationstrends

Aktuelle Herausforderungen der kunststoffverarbeitenden Industrie wie die Megatrends Globalisierung, Digitalisierung, Dekarbonisierung und Nachhaltigkeit werden die Branche zukünftig verstärkt begleiten. Neben den technologischen gilt es die sozialen Herausforderungen zu meistern und die Beschäftigten und ihre Vertretungen frühzeitig zu beteiligen. Das Anforderungsprofil an Beschäftigte wird sich durch den vermehrten Einsatz digitaler Technologien deutlich verändern. Beschäftigte sind über Fort- und Weiterbildungen zu den neu eingesetzten Technologien in Produktion und Administration an künftige Entwicklungen heranzuführen. Des Weiteren wird die Branche gemeinsam mit ihren Beschäftigten einen Weg finden müssen, dem Fachkräftemangel, der sich durch den demografischen Wandel und die zunehmende Akademisierung auch künftig weiter verstärken wird, entgegen zu treten.

Auch die Transformation zu mehr Nachhaltigkeit und Treibhausgasneutralität, verbunden mit Regularien und Erlässen, denen sich die kunststoffverarbeitende Industrie sowohl auf nationaler und als auch auf internationaler Ebene gegenüberstellt, stellt die Branche vor große Herausforderungen. Von der Einführung nachhaltiger Produktionstechniken bis hin zur Umwandlung der linearen in eine Kreislaufwirtschaft wird derzeit an vielen Möglichkeiten der Dekarbonisierung geforscht. Einige der Lösungen sind bereits marktfähig, einige andere werden noch etwas Zeit benötigen, um künftig die Wettbewerbsfähigkeit zu stärken.

<sup>109</sup> Bundesministerium für Wirtschaft und Energie 2019.

<sup>110</sup> Schäfer & Schadwinkel 2020.



# 5

## 5. Rahmenbedingungen in der kunststoffverarbeitenden Industrie

### 5.1 Politische Rahmenbedingungen auf mehreren Ebenen

In den vorangegangenen Kapiteln sind relevante Branchenentwicklungen und Megatrends der kunststoffverarbeitenden Industrie diskutiert worden. Wichtige Einflussfaktoren für die zukünftige Entwicklung der Branche stellen zudem politische Rahmenbedingungen dar. Dazu zählen beispielsweise von staatlicher Seite aus Gesetze und Verordnungen oder im weiteren Sinne Strategien.

Auf europäischer Ebene tritt gegenwärtig besonders der European Green Deal als ein zentrales politisches Leitbild im Zusammenhang mit Nachhaltigkeitsprinzipien hervor. Mit dem im Dezember 2019 vorgestellten Konzept setzt die Europäische Kommission das Ziel, als Europäische Union ab 2050 klimaneutral zu sein.<sup>111</sup> Die Transformation zu einem nachhaltigen Europa soll durch unterschiedliche Teilstrategien, Gesetze und Regelungen bewerkstelligt werden. Zentral für die kunststoffverarbeitende Industrie sind neben dem im März 2020 vorgestellten Aktionsplan zur Kreislaufwirtschaft die Vorstellungen zu einem EU-Klimagesetz, die neue EU-Industriestrategie und die EU-KMU-Strategie. Die Industriestrategie beinhaltet unter anderem Optimierungen der Wettbewerbsvorschriften, Stärkung der (technologischen) Autonomie europäischer Unternehmen und die Dekarbonisierung energieintensiver Industrien.

Neben dem grundlegenden Rahmenkonzept und weiteren unmittelbar darunterfallenden Maßnahmen existieren auf EU-Ebene zusätzliche Richtlinien mit Bezug zur kunststoffverarbeitenden Industrie. Gesetze, die die Verwendung von Kunststoffen einschränken, sind in diesem Bereich bislang nicht in Kraft, da Kunststoff nicht als Gefahrstoff gilt.<sup>112</sup> Mit der 2018 entwickelten Kunststoffstrategie versucht die EU jedoch, anfallende Kunststoffabfälle und die in Weltmeere gelangende Abfallmenge zu reduzieren sowie die relative Wiederverwertbarkeit von vielen

Kunststoffprodukten zu erhöhen.<sup>113</sup> Dazu sollen Investitionen in die Industrie und Forschung getätigt werden, um Produkt- und Prozessinnovationen in diesem Bereich voranzutreiben, etwa mittels des Förderprogramms Horizon 2020 und des im Jahr 2021 startenden Nachfolgeprogramms Horizon Europe.

Die europäische Kunststoffstrategie sowie der Aktionsplan zur Kreislaufwirtschaft der Europäischen Kommission sieht vor, ab Juli 2021 bestimmte Einweg-Plastikprodukte in allen EU-Mitgliedsstaaten zu verbieten.<sup>114</sup> Dies bedeutet, dass die Herstellung und der Verkauf von Kunststoffprodukten, für die es umweltfreundlichere Alternativen gibt, untersagt werden. Unter diese Kategorie fallen beispielsweise Plastikbesteck und -geschirr, Trinkhalme oder Rühr- und Plastikwattestäbchen. Auf nationaler Ebene hat zum Beispiel die Bundesregierung im September 2020 die Forderung der Europäischen Kommission umgesetzt und ein Verkaufsverbot für Wegwerfartikel aus Kunststoff verabschiedet, beginnend am 3. Juli 2021.<sup>115</sup> Des Weiteren gibt die EU europäischen Unternehmen vor, alle Kunststoffverpackungen ab 2030 wiederverwertbar oder kosteneffizient recycelbar herzustellen. Recycling soll aufgrund von Verpackungen aus biobasierten Grundstoffen flächendeckender und einfacher funktionieren. Das Strategiepapier erkennt an, dass sogenanntes „Bio-Plastik“ bislang noch nicht den erforderlichen Qualitätskriterien entspricht, da nur einzelne Bestandteile wiederverwertbar sind und dies nur unter sehr speziellen Bedingungen. Konkrete Rechtsrahmen und Förderungen sollen hier wie auch in anderen Bereichen, wie der Reduzierung und Filterung von Mikroplastik, folgen. Branchenverbände wie der GKV stehen pauschalen Verboten von Kunststoffprodukten skeptisch gegenüber und warnen unter anderem vor der indirekten Förderung umweltschädlicher Alternativen.<sup>116</sup>

Als weiteres Instrument zur Regulierung der Menge an Kunststoffverpackungen soll im Jahr 2021 eine EU-weite

<sup>111</sup> Europäische Kommission 2020a.

<sup>112</sup> Verbraucherzentrale 2020.

<sup>113</sup> Europäische Kommission 2018a.

<sup>114</sup> Europäische Kommission 2018c.

<sup>115</sup> Bundesregierung 2020b.

<sup>116</sup> Königsreuther 2020.

Kunststoffsteuer eingeführt werden. Konkret sollen 80 Cent auf jedes nicht recycelte Kilogramm Kunststoffabfall erhoben werden, um so den Anreiz für eine höhere Wiederverwertungsquote zu setzen.<sup>117</sup> Branchenverbände der kunststoffverarbeitenden Industrie sehen die geplante Steuer kritisch und begründen dies mit der hohen Wahrscheinlichkeit, dass die Kosten auf die kunststoffproduzierenden und -verarbeitenden Unternehmen zurücklaufen würden.<sup>118</sup> Diese argumentieren weiterhin, eine Kunststoffsteuer sei kein probates Mittel in einer funktionierenden Kreislaufwirtschaft, sie würde Recycling-Kosten nur anheben und gleichzeitig den Weg für mutmaßlich noch umweltschädlichere Verpackungsalternativen ebnen.<sup>119</sup>

In Deutschland tragen verschiedene Initiativen, gesetzliche Regelungen und Rahmenkonzepte sowie Förderinstrumente zur Erreichung von Nachhaltigkeitszielen bei. Wie im European Green Deal für die europäische Ebene deklariert, wird im nationalen Klimaschutzplan 2050 der Bundesregierung ebenfalls das Ziel formuliert, bis zur Jahrhunderthälfte eine bundesweite Treibhausgasneutralität erreicht zu haben.<sup>120</sup> Auch für die kunststoffverarbeitende Industrie bedeutet dies, gängige Verarbeitungsverfahren mittels innovativer und grüner Technologien anzupassen. Der Branchenverband PlasticsEurope sieht die Kunststoffindustrie in der Pflicht, zu den Zielen beizutragen und führt die wichtige Rolle des Materials in Produkten an, die für Energieeffizienz, erneuerbare Energien und Ressourcenschonung stünden.<sup>121</sup> Dazu gehören Kunststoffe als Bestandteil von Dämmungen in PKWs und Gebäuden sowie Photovoltaikanlagen oder (teilweise) aus abbaubaren Grundstoffen bestehende sogenannte Biokunststoffe.

Aus technologie-politischer Perspektive stellt die High-tech-Strategie 2025 den Leitfaden dar, der die wesentlichen Entwicklungsziele hin zu einer innovativeren, forschungstärkeren und nachhaltigeren Wirtschaft und Gesellschaft aufstellt.<sup>122</sup> Neben den Kernzielen der technologisch getriebenen Treibhausgasneutralität und der Intensivierung von industriellen Kreislaufprozessen, ist auch die Reduzierung von Kunststoffeinträgen in den Meeren ein zentrales Anliegen. Dazu gehören die Entwicklung und Verbreitung biobasierter Kunststoffe, effiziente Sammel- und Recyclingsysteme sowie Anregungen zu einer ökolo-

gischeren Lebensweise. Konkret umgesetzt werden diese Vorhaben beispielsweise mittels direkter Projektförderungen in Form von Forschungsförderprogrammen. So ist im Juni 2020 eine Bekanntmachung im Rahmenprogramm „Forschung für Nachhaltige Entwicklung – FONAS3“ zum Thema „Ressourceneffiziente Kreislaufwirtschaft – Kunststoffrecyclingtechnologien (KuRT)“ veröffentlicht worden.<sup>123</sup> Gegenstand potenzieller Forschungsvorhaben können Erprobungen innovativer Kreislaufkonzepte im gesamten System der Kunststoffherstellung und -weiterverarbeitung sowie des Vertriebs sein.

## 5.2 Gesellschaftliche Rahmenbedingungen

Gesellschaftliche Rahmenbedingungen stellen eine große, wenn auch mitunter abstraktere Wirkgröße in Bezug auf technologische und politische Aspekte der Branche dar. Das zurzeit bekannteste Beispiel für den gesellschaftlichen Diskurs rund um Kunststoffe, Dekarbonisierung und Nachhaltigkeit im Allgemeinen ist die eher lose organisierte soziale Bewegung Fridays for Future. Diese Bewegung fordert primär die Orientierung politischer Institutionen an (Klima-)wissenschaftlichen Erkenntnissen sowie die Einhaltung des 1,5-Grad-Ziels.<sup>124</sup> Zur Forderung nach Reduzierung der Treibhausgasemissionen zählen nicht nur autofreie Innenstädte oder Einführung von strengeren Tempolimits, sondern auch die „Minimierung des Kunststoffkonsums“.

Zu weiteren Initiativen zählt das Bündnis Break Free From Plastic (BFFP), 2016 gegründet, welches sich dem Zero-Waste-Konzept verpflichtet, möglichst keinen Müll selbst zu produzieren.<sup>125</sup> Dahinter steht die Annahme, die erhöhten Abfälle in den Weltmeeren und der große Anteil von Kunststoffen, hergestellt aus fossilen Brennstoffen, sei ein systemisches Problem, welches im Ursprung bekämpft werden müsse.<sup>126</sup> Darüber hinaus setzt sich dieses Bündnis für Wiederverwertung, Einsatz erneuerbarer Energien in Produktion und Lieferung sowie einen verantwortungsvollen Umgang mit Materialien über die gesamte Wertschöpfungskette hinweg ein. Das Bündnis besteht nach eigenen Angaben weltweit aus über 9 000 Individuen und rund 1 800 Organisationen (Stand September 2020) mit Schwerpunkten in Nordamerika, Europa und Südostasien.<sup>127</sup> BFFP versucht nicht nur Ölproduzen-

<sup>117</sup> Seifert 2020.

<sup>118</sup> PlasticsEurope 2018.

<sup>119</sup> PackagingEurope.com 2020.

<sup>120</sup> Deutscher Bundestag 2016.

<sup>121</sup> PlasticsEurope 2017.

<sup>122</sup> Bundesministerium für Bildung und Forschung 2018.

<sup>123</sup> Bundesministerium für Bildung und Forschung 2020b.

<sup>124</sup> Fridaysforfuture.de, o. J.

<sup>125</sup> Breakfreefromplastic.org, o. J.

<sup>126</sup> Plastikatlas 2019.

<sup>127</sup> Breakfreefromplastic.org, o. J.

ten und Chemieunternehmen, sondern auch die großen Unternehmen der Konsumgüterindustrie dazu zu bewegen, sich nicht mehr an der Herstellung und am Vertrieb von Einwegkunststoffprodukten zu beteiligen. Die Organisation führt öffentlichkeitswirksam Müll-Massensammlungen durch und sortiert die Resultate nach Marken, um aus ihrer Sicht den einzelnen Unternehmen und der Öffentlichkeit vor Augen zu führen, welche Mengen an Einwegplastik in keinen Kreislauf führen und welcher Schaden damit angerichtet werden kann.

Diese sogenannten „Brand Audits“ von BFFD haben dazu geführt, dass einige der adressierten Unternehmen neue Zielsetzungen formuliert haben, um vermeidbare Kunststoffprodukte und Abfallmengen zu reduzieren und Recycling einfacher zu gestalten. Zudem konnten bereits asiatische Städte und Kommunen als Netzwerkpartner gewonnen werden (etwa San Fernando, die Philippinen<sup>128</sup>, Hôj An, Vietnam<sup>129</sup>). Diese haben nach Angaben von BFFP zugesichert, zu Zero-Waste-Städten oder -Ländern zu werden und damit weitestgehend müllfrei zu leben. Zu weiteren Organisationen zählen die Plastic Pollution Coalition (PPC) und Oceancare. Daneben hat beispielsweise das Ocean-Cleanup-Projekt in den letzten Jahren wachsende mediale Aufmerksamkeit erfahren, das neue Technologien und Verfahren entwickelt, um Kunststoffreste aus den Weltmeeren wieder einzusammeln.<sup>130</sup>

Das Aufkommen sozialer Bewegungen und zivilgesellschaftlicher Initiativen kann ein deutlicher Hinweis darauf sein, dass die lange Zeit positive Stellung des Kunststoffs in der Gesellschaft in den letzten Jahren gesunken ist. Der Branchenverband PlasticsEurope führt regelmäßig Studien zum gesellschaftlichen Ansehen von Kunststoffprodukten und der Industrie in Gänze durch. Die Ausgabe der Studienreihe des Jahres 2016 bezüglich der Beliebtheit der Industrie und ihrer Produkte hält fest, dass 71 Prozent der Befragten Kunststoffprodukten und 77 Prozent der Kunststoffindustrie „grundsätzlich positiv“ gegenüberstehen.<sup>131</sup> Gleichwohl beinhalten die Antworten die Sorge, eine „Vermüllung“ der Weltmeere durch Kunststoffabfall könne zunehmen.

Folgt man den Resultaten der Beliebtheitsumfrage von PlasticsEurope aus dem Jahr 2019, deren Daten Ende 2018 erhoben wurden, hat die Kunststoffindustrie scheinbar dramatisch an Zuspruch verloren und ist unter den Durchschnitt aller abgefragten Branchen gefallen.<sup>132</sup> Der Anteil derjenigen, die innerhalb der Untersuchungsgruppe in der breiten Bevölkerung ein überwiegend positives Bild des Produkts Kunststoff hatten, ist auf 58 Prozent gesunken (von 71 Prozent im Untersuchungsjahr 2015). Als größtes und wachsendes Problem werden der Verpackungsmüll und die Menge des Kunststoffabfalls in den Weltmeeren gesehen.

Zusätzliche Zeichen dafür, dass sich die vor wenigen Jahren noch recht positiven Ansichten mittlerweile geändert haben könnten, sind in weiteren Studien zu finden. Bereits zwei Jahre nach der Studie von PlasticsEurope aus dem Jahr 2016, im Zuge der Veröffentlichung der EU-Plastikstrategie, wurden eine Nachfolgestudie und weitere Umfragen anderer Verbände und Unternehmen zum Ansehen des Materials Kunststoff durchgeführt. Diese zeichneten zum Großteil ein verändertes Meinungsbild. Beispielsweise hat eine Umfrage des Bundesumweltministeriums in Deutschland ergeben, dass die Verschmutzung der Weltmeere durch Plastik zu den am häufigsten genannten Umweltproblemen gehört, die bei den Befragten „Empörung auslösten.“<sup>133</sup> In einer 2018 durchgeführten Studie des Wirtschaftsprüfungsunternehmens PricewaterhouseCoopers sollten Befragte das Konzept des Kunststoffverzichts beurteilen. 82 Prozent davon würden nach dieser Studie einen vermehrten oder kompletten Kunststoffverzicht sehr oder eher begrüßen.<sup>134</sup> Die im Plastikatlas 2019 vorgestellte Untersuchung des Meinungsforschungsinstituts Forsa im Auftrag der Heinrich-Böll-Stiftung bekräftigt das Bild, die Menschen in Deutschland würden sich mehr Verbote und strengere Maßnahmen wünschen.<sup>135</sup>

Neben zivilgesellschaftlichen Initiativen, die aus ihrer Sicht zu einem verantwortungsvolleren und nachhaltigeren Umgang mit Kunststoffen motivieren wollen, existieren diverse wirtschaftlich-gesellschaftliche (public-private co-operation) Kooperationen.

<sup>128</sup> Tat 2019.

<sup>129</sup> Trang, o. J.

<sup>130</sup> Theoceancleanup.com, o. J.

<sup>131</sup> PlasticsEurope 2016.

<sup>132</sup> Kunststoffe.de 2019.

<sup>133</sup> Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit 2019.

<sup>134</sup> Plastverarbeiter.de 2018.

<sup>135</sup> Vergleiche Plastikatlas (2019): Die im vorangegangenen Abschnitt dargestellten Umfrageergebnisse stellen gegenwärtige Meinungsbilder und Ansichten dar und bieten noch keine Aussagen über tatsächliche Verhaltensänderungen von Konsument\*innen und Entscheidern in der Industrie bezüglich des Gebrauchs und der Verarbeitung von Kunststoffprodukten. Sie können gleichwohl aufzeigen, welches Bild über einen längeren Zeitraum innerhalb der Bevölkerung mit Kunststoffen assoziiert wird und wo Potenziale bestehen könnten, zukünftig das Image der Industrie im Kontext ökologischer Nachhaltigkeit zu verbessern. Gesellschaftliche Wahrnehmungen von Produkten und Industrien können die Attraktivität der Branche und seiner Arbeitsplätze beeinflussen.

Ein Beispiel für eine solche Kooperation ist die im August 2020 bekanntgegebene Partnerschaft zwischen soulincubator, dem Inkubationsprogramm des Glasflaschenherstellers Soulbottles, und der Schwarz-Gruppe, dem größten Einzelhandelskonzern Europas. Als Eigner von Einzelhandelsketten wie Lidl oder Kaufland gehört die Schwarz-Gruppe zu den größten Händlern von Kunststoffprodukten in Deutschland. Der Inkubator unterstützt seit Ende 2019 Projekte und Initiativen Berliner Start-ups, die Kunststoffprodukte nachhaltiger gestalten, Kreisläufe anregen oder vermeidbaren Kunststoff reduzieren möchten.<sup>136</sup> Der soulincubator wird vom Europäischen Sozialfonds der Europäischen Union und dem Land Berlin finanziert. Das Förderprogramm bietet finanzielle, infrastrukturelle und soziale Ressourcen sowie Coachings und Stipendien für die Jungunternehmer\*innen an. Aus der Kooperation mit der Schwarz-Gruppe entsteht zum einen die Kapazität für mehr zu vergebenden Stipendien, zum anderen die Möglichkeit, etwaige Pilotprojekte direkt in der Praxis umsetzen zu können.<sup>137</sup>

werden zum Beispiel grundlegende Branchenstrategien, Entwicklungsmöglichkeiten und Handlungsoptionen in Bereichen wie Arbeits- und Arbeitsplatzsicherheit oder auch Arbeitsbedingungen sowie Fachkräfteversorgung konsensorientiert thematisiert.

### 5.3 Zwischenfazit: Rahmenbedingungen

Staatliche Rahmenbedingungen können nicht nur Grenzen für mögliche umweltschädliche industrielle Entwicklungen setzen, sondern auch Rechtssicherheit bieten und durch Förderungen und Koordinierungen die Fahrtrichtung in eine Transformation der kunststoffverarbeitenden Industrie attraktiver gestalten. Zunehmend werden nicht nur Entsorgungsproblematiken öffentlich thematisiert, sondern Hersteller und Verarbeiter für Teile der Umweltverschmutzung hart kritisiert. In einem solchen Kontext ist in Zukunft für kunststoffverarbeitende Unternehmen mit Verboten auf nationaler und europäischer/internationaler Ebene zu rechnen sowie mit weiteren Richtlinien zur Einhaltung von Grenzwerten. Flexibilität und Resilienz werden seitens der Unternehmen der Kunststoffbranche zukünftig essenziell sein, um sich rasch ändernden Rahmenbedingungen vorausschauend anpassen zu können. Im kommenden Transformationsprozess werden in den nächsten Jahren breitgefächerte Innovationskompetenzen benötigt. Dabei kommt es nicht nur auf den Ideenreichtum der Unternehmensführung an, sondern auch auf Beschäftigtenvertretungen, die als Kommunikationskanal und damit potenzielle Innovationstreiber agieren. Sie setzen den Rahmen für eine produktive Unternehmenskultur und handeln Grundbedingungen aus, um durch staatliche Rahmensetzung bedingte Veränderungen in Produktion, Abläufen und Zielsetzungen sozialverträglich zu erreichen. Unternehmens- und branchenübergreifend nehmen Gewerkschaften eine zentrale Funktion in Dialogen mit Arbeitgeber- und Branchenverbänden ein. Hier

<sup>136</sup> Soulbottles & ProjectTogether 2019.

<sup>137</sup> Soulbottles & ProjectTogether 2020.

# 6. SWOT-Analyse

Die Ausführungen der vorangegangenen Kapitel haben verdeutlicht, dass zum bestehenden sogenannten Öko-System (im Sinne von Umfeld) der kunststoffverarbeitenden Industrie in den vergangenen Jahren eine Vielzahl neuer Regularien im Rahmen des industriellen Wandels auf nationaler und europäischer internationaler Ebene hinzugekommen ist. Beispiele hierfür sind die EU-Plastiksteuer, das Verpackungsgesetz oder weitere Regularien, die unter anderem in Kapitel 5.1 dargestellt worden sind. Dazu zählt ferner die Corona-Pandemie mit ihren zahlreichen Auswirkungen auf die Akteure und Strukturen der kunststoffverarbeitenden Industrie. Im Rahmen einer SWOT-Analyse werden in diesem Kapitel die Stärken (Strengths), Schwächen (Weaknesses), Chancen (Opportunities) und Risiken (Threats) für die kunststoffverarbeitende Industrie diskutiert und grafisch aufbereitet. Die Ergebnisse dieser Analyse sind vor allem abgeleitet aus den vorherigen Kapiteln des vorliegenden Branchenausblicks 2030+, wurden allerdings durch weitere relevante Aspekte ergänzt. Die SWOT-Analyse, dargestellt in Abbildung 16, soll als Grundlage für die Vorschläge zu Handlungsoptionen

sowie politischen Instrumenten für eine erfolgreiche Transformation der Industrie dienen (siehe Kapitel 8).

### Stärken (Strengths)

Deutschland hat in der kunststoffverarbeitenden Industrie eine Vorreiterrolle innerhalb Europas inne. Als eines der wenigen europäischen Länder vereint es die gesamte Wertschöpfungskette innerhalb des Landes: Erzeuger, Verarbeiter und Recycling. Deutschland beheimatet darüber hinaus eine Vielzahl von Einrichtungen in der Kunststoffforschung. Fachspezifisches Wissen wird gebündelt und Innovationen verbleiben im inländischen Markt, sofern es gelingt, die Transformation von Wissen hin zur Markteinführung zu begleiten.<sup>138</sup> Im Jahr 2018 lagen die Innovatorenquote (69,2 Prozent), der Umsatzanteil von Produktinnovationen (15,0 Prozent) und der Beschäftigtenanteil in Unternehmen mit kontinuierlicher FuE in der Gummi- und Kunststoffindustrie höher als die Referenzwerte der deutschen Wirtschaft insgesamt (Innovatorenquote 60,5 Prozent, Umsatzanteil von Produktinnovationen 14,4 Prozent, Beschäftigtenanteil in Unternehmen mit kontinuierlicher FuE 43,0 Prozent).<sup>139</sup>

Abbildung 16: SWOT-Analyse

<h3>Stärken ("Strengths")</h3> <ul style="list-style-type: none"> <li>☺ Gesamte Wertschöpfungskette innerhalb Deutschlands.</li> <li>☺ Hohes Innovationspotenzial.</li> <li>☺ Sehr gute Produkteigenschaften.</li> <li>☺ Hoher Spezialisierungsgrad vieler Unternehmen.</li> </ul>	<h3>Schwächen ("Weaknesses")</h3> <ul style="list-style-type: none"> <li>☹ Negatives Image der Gesellschaft.</li> <li>☹ Fachkräftemangel insbesondere im ländlichen Raum und bei KMU.</li> <li>☹ Hohe Energiekosten im internationalen Vergleich.</li> <li>☹ Rohstoffabhängigkeit von globalen Weltmärkten.</li> </ul>
<h3>Chancen ("Opportunities")</h3> <ul style="list-style-type: none"> <li>☺ Innovationen im Bereich des grünen Kunststoffes.</li> <li>☺ Megatrend Leichtbau, additive Fertigung.</li> <li>☺ Digitalisierung.</li> <li>☺ Steuerliche Förderung energetischer Gebäudesanierungen.</li> </ul>	<h3>Risiken ("Threats")</h3> <ul style="list-style-type: none"> <li>☹ Kunststoffbranche als energieintensive Industrie.</li> <li>☹ Ressourcenknappheit.</li> <li>☹ Demografischer Wandel.</li> <li>☹ Konkurrenz aus Asien.</li> <li>☹ Hohe Abhängigkeit von Abnehmern.</li> </ul>

Quelle: VDI TZ, eigene Darstellung

<sup>138</sup> Gesamtverband Kunststoffverarbeitende Industrie 2020.

<sup>139</sup> Commerzbank 2018.

Eine weitere Stärke der kunststoffverarbeitenden Industrie in Deutschland liegt in der Beschaffenheit der produzierten Kunststoffe selbst; sie sind leicht, widerstandsfähig und robust. Eingesetzt im Leichtbau werden klimaschonende Technologien unter Hinzunahme moderner Kunststoffe ermöglicht. Beispiele hierfür sind die Nutzung in Wind- und Photovoltaikanlagen sowie Gebäudedämmungen zur Reduktion des Energieverbrauchs im mobilen Sektor.<sup>140</sup> Viele Unternehmen der kunststoffverarbeitenden Industrie haben einen hohen Spezialisierungsgrad. Sie profitieren nicht nur durch Skalen- und Mengeneffekte bei der Beschaffung, sondern sind oftmals Marktführer. Geringer Wettbewerbsdruck in ihren Segmenten erlaubt Preise eher unabhängig vom Wettbewerbsdruck.<sup>141</sup>

### Schwächen (Weaknesses)

Das Bild der kunststoffverarbeitenden Industrie gilt in der Gesellschaft heute eher als negativ getrübt. Gründe hierfür sind unter anderem der hohe Eintrag von Mikro- und Makropartikeln in die Umwelt und die nicht ordnungsgemäße Beseitigung von Verpackungsmaterialien. Dies schlägt sich unter anderem in erlassenen Regularien der Bundesregierung und der EU wie dem Verbot von Verpackungsmaterialien aus Einwegplastik und der sinkenden Nachfrage des Werkstoffes von Seiten der Verbraucher\*innen nieder. Vornehmlich der Teilbereich der Herstellung von Verpackungsmitteln wird künftig hiervon betroffen sein.

Auch der Fachkräftemangel, bekräftigt durch den demografischen Wandel, stellt den Sektor vor Herausforderungen. Neben der Problematik, dass sich immer mehr Jugendliche für eine akademische Laufbahn anstelle einer Ausbildung entscheiden, gibt es auch regionale Unterschiede im Erfolg der Akquirierung von Nachwuchskräften.<sup>142</sup> Unternehmen in ländlichen Regionen fällt es oft schwer, qualifizierte Arbeitskräfte zu gewinnen, da es junge Beschäftigte oft in Metropolregionen zieht.<sup>143</sup>

Auf der Produktionsseite ist die Branche abhängig von Rohstoffen auf dem Weltmarkt. Schwankende Preise, aufkommende Handelskriege und, vor allem im Zuge der Corona-Pandemie, die stetige Versorgung durch durchgängige Lieferketten führen zu Unsicherheiten in der Herstellung von Kunststoffwaren.<sup>144</sup> Da dieser verarbeitende

Bereich zu einer energieintensiven Industrie gehört, schlägt sich die Höhe der Strompreise in Deutschland mitunter auf die Erzielung von Gewinnen nieder. Im internationalen Vergleich sind die Energiekosten in Deutschland hoch. Dies führt zu einer Schwächung der Position im internationalen Wettbewerb.<sup>145</sup>

### Chancen (Opportunities)

Eine der Chancen der kunststoffverarbeitenden Industrie liegt in der Transformation selbst. Diese soll laut Plastikstrategie der EU-Kommission in 200 000 neuen Jobs in ganz Europa resultieren.<sup>146</sup> Investments in innovative Lösungen und transformative Prozesse sollen weitere Chancen bieten.

Auf nationaler Ebene soll im Rahmen des Klimaschutzziels 2030 der Deutschen Bundesregierung die energetische Gebäudesanierung als Beitrag zur Steigerung der Energieeffizienz ausgebaut werden. Bis zum Jahre 2050 sollen Gebäude und Wohnräume energieneutral werden; dies wird unterstützt durch eine steuerliche Förderung der energetischen Gebäudesanierung. Die Sanierung von Fenstern, Türen, Fassaden und Gebäudedämmungen wird zu einem Großteil unter Verwendung des Werkstoffes Kunststoff vorstangehen. Hier liegt eine Möglichkeit der Kunststoffbranche, im Zuge des Klimaschutzplans künftig Aufschwung durch erhöhte Nachfrage zu erreichen.<sup>147</sup>

Der Leichtbau gilt als eine Schlüsselbranche und Querschnittstechnologie. Durch Anwendung dieser Technologie können Kosten und Ressourcen bei gleicher Leistung eingespart werden. Dieser Aspekt ist insbesondere im Hinblick auf die Nachhaltigkeitsziele von Paris relevant. Neben geringerem Ressourcenverbrauch können durch Gewichtsreduktionen durch den Einsatz unter anderem in der Automobil- und Luftfahrtbranche der Kraftstoffverbrauch deutlich reduziert werden.<sup>148</sup> Aufgrund diverser Fertigungsmöglichkeiten wie 3-D-Druck oder additiven Verfahren sowie der vielen Einsatzmöglichkeiten durch die verschiedenen Stoffeigenschaften eignet sich der Werkstoff Kunststoff für den Einsatz im Leichtbaubereich. Sollte diese Schlüsseltechnologie zukünftig in ihrer Relevanz steigen, so kann auch die kunststoffverarbeitende Industrie an dieser Stelle profitieren.

<sup>140</sup> Gesamtverband Kunststoffverarbeitende Industrie 2020.

<sup>141</sup> Commerzbank 2018.

<sup>142</sup> Brinkdöpke 2019.

<sup>143</sup> Das Institut der deutschen Wirtschaft (IW) Köln hat für das Jahr 2016 eine Studie über die Fachkräftesituation in 1 296 Berufen in 156 Regionen erstellt. Im Bereich der aggregierten Gruppe Kunststoffherstellung und -verarbeitung / Holzbe- und verarbeitung ist der regionale Engpassindex, die regionale und berufliche Verbreitung von Engpässen, sehr hoch errechnet worden. Vgl. Burstedde & Risius 2017.

<sup>144</sup> Dispan & Mendler 2020.

<sup>145</sup> Commerzbank 2018.

<sup>146</sup> Europäische Kommission 2018a.

<sup>147</sup> Gesamtverband Kunststoffverarbeitende Industrie 2019.

<sup>148</sup> Bundesministerium für Wirtschaft und Energie 2019.

Neben der Beschleunigung von Innovationen durch die Verwendung von Kunststoff sind auch Innovationen in der Herstellung des Werkstoffes, zum Beispiel unter Einsatz von Wasserstoff, eine Chance für die Branche. Neben Kosten- und Ressourcenersparnissen durch Digitalisierung, die Verwendung von Rezyklaten oder Kunststoffen biologischer Herkunft, kann dies dazu beitragen, das gesellschaftliche Bild der Branche wieder zu verbessern.

#### Risiken (Threats)

Aspekte, mit denen sich die kunststoffverarbeitende Industrie künftig auseinandersetzen muss, sind mitunter Regularien auf nationaler und europäischer/internationaler Ebene. Hierzu zählt beispielsweise das Verpackungsgesetz, welches am 1. Januar 2019 in Kraft getreten ist und darauf abzielt, weniger Verpackungsmüll zu produzieren und die Recyclingrate zu erhöhen, das Verbot von Einwegplastikprodukten (Single-Use-Plastic Directive) und deren Herstellung ab dem Jahre 2021 oder die EU-Plastikabgabe. Innerhalb der kunststoffverarbeitenden Industrie führen derartige Verbote und die Angst vor weiteren Regularien zu Unsicherheiten;<sup>149</sup> Unternehmen investieren zu einem geringeren Maß in innovative Produkte oder Anlagen und auch die Nachfrage nach Arbeitskräften könnte sinken. Mittel- beziehungsweise langfristig kann dies dazu führen, dass deutsche Unternehmen an Wettbewerbsfähigkeit einbüßen. Insolvenzen und Arbeitsplatzverluste können die Folge sein. Auch die im internationalen Vergleich hohen deutschen Energiekosten sowie die Abhängigkeit Deutschlands von internationalen Rohstoffmärkten wirkt sich auf die Wettbewerbsfähigkeit aus. Vor allem KMU haben Schwierigkeiten im Konzert mit großen Unternehmen aus dem Ausland. Darüber hinaus sind die Lohnkosten in anderen Ländern deutlich geringer. Gerade der asiatische Raum stellt einen starken Wettbewerber für die kunststoffverarbeitende Industrie in Deutschland dar.

Zusammenfassend lassen sich folgende Punkte festhalten:

- Die Kunststoffbranche in Deutschland ist geprägt von Unternehmen mit hohem Spezialisierungsgrad. Produkte sind oft für spezifische Verwendungen zugeschnitten.
- Diese hohe Flexibilität des Werkstoffes ist einerseits ein Vorteil, andererseits sind Unternehmen kontinuierlich auf Abnehmer angewiesen. Sinkt die Nachfrage, zum Beispiel durch eine schwache Konjunktur, so wirkt sich dies stark negativ auf das Ergebnis der Unternehmen aus. Unternehmen im Bereich Kunststoff berichten von Nachfragerückgängen besonders in Hochzeiten der Corona-Pandemie, die sich negativ auf Betriebsergebnisse ausgewirkt haben.<sup>150</sup> Die kunststoffverarbeitende Industrie innerhalb Deutschlands ist während der letzten Jahre gut aufgestellt gewesen und auch künftig wird Kunststoff aufgrund seiner stofflichen Eigenschaften weiter nachgefragt werden.
- Als eines der wenigen Länder vereint Deutschland Herstellung, Verarbeitung und Recycling und besitzt daher gute Voraussetzungen, um künftigen Herausforderungen der Dekarbonisierung der Industrie zu begegnen.
- Inwiefern es den Unternehmen und ihren Beschäftigten tatsächlich gelingt, gestärkt aus der Phase der Transformation hin zu mehr Nachhaltigkeit hervorzugehen, ist abhängig von ihrer Adaptionfähigkeit. Dabei ist es wichtig, dass sich die Branche nicht nur Schwächen und Risiken gegenüber gut aufstellt, sondern auch ihre Stärken weiter ausbaut und offen an neue Chancen herantritt.

<sup>149</sup> PlasticsEurope 2020e.

<sup>150</sup> Kunststoffweb.de 2020.

# 7

## 7. Innovations- und industriepolitische Handlungsoptionen für eine erfolgreiche Transformation

Der Branchenausblick 2030+ zur Kunststoffverarbeitung soll als Grundlage für die Entwicklung strategischer Handlungsoptionen dienen – für Gewerkschaften, Politik, Unternehmen und Beschäftigte bei der Gestaltung einer nachhaltigen Weiterentwicklung der Industriegesellschaft.

Im abschließenden Kapitel 7 werden die zentralen zukünftigen Herausforderungen für die Branche nochmals kurz aufgegriffen und im Kontext von innovations- und industriepolitischen Handlungsoptionen diskutiert. Deutlich wird: Um als moderne, innovative und nachhaltige Branche in der breiten Öffentlichkeit gesehen zu werden, wird die kunststoffverarbeitende Industrie gleich mehrere Handlungsfelder systematisch und kohärent auf mehreren Ebenen angehen müssen. Davon sind nicht nur die zukünftige Erschließung neuer beziehungsweise die Erhaltung bestehender Märkte und Wertschöpfungsstrukturen abhängig, sondern auch der hinreichende Zulauf qualifizierten Personals und Gute Arbeit im Sinne guter Arbeitsbedingungen.

### 7.1 Handlungsfeld Aufbau eines klaren und nachhaltigen Zukunftsbildes

Für die kunststoffverarbeitende Industrie wird es zunehmend essenziell, transparent Vor- und Nachteile des Materials beziehungsweise der verschiedenen Materialien in Herstellung, Verarbeitung und Gebrauch zu beleuchten. Mit staatlicher Unterstützung können nicht nur Verbesserungspotenziale von Kunststoffprodukten erkannt, auf betrieblicher Ebene umgesetzt und öffentlich diskutiert, sondern auch klare Konturen eines Zukunftsbildes einer sich transformierenden und zukünftig nachhaltigen Branche festgehalten werden. Der konstruktive Austausch mit sozialen Bewegungen gehört ebenso dazu wie die Entwicklung beziehungsweise Anwendung neuer „grüner“ Technologien, Produkte und Prozesse. Für eine gelingende Transformation hin zu einer nachhaltigen kunststoffverarbeitenden Industrie wird zwischen berechtigter Kritik am Status Quo und einer ambitionierten innovations- und industriepolitischen Strategie klug abzuwägen sein, um Wettbewerbsfähigkeit und Konjunktur der Branche in der Corona-Phase und in der Phase danach und die anvisierten Nachhaltigkeitsziele nicht gegeneinander zu setzen, sondern intelligent miteinander zu verbinden. Damit diese

Ziele – und letztlich auch eine erfolgreiche Transformation der Branche – erreicht werden können, wird es für die Unternehmen, Beschäftigten und Arbeitnehmervertretungen der Branche geradezu unerlässlich, mit politischen, wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Akteuren zu kooperieren und einen neuen tragfähigen Konsens für Erwünschtes und Nicht-Erwünschtes zu erarbeiten.

### 7.2 Handlungsfeld Kreislaufwirtschaft und Dekarbonisierung

Soll die Transformation hin zu einer Kreislaufwirtschaft und somit hin zu einer nachhaltigen kunststoffverarbeitenden Industrie erreicht werden, bedarf es vor allem gut durchdachter Vorgaben auf nationaler und europäischer Ebene und einer kohärenten innovations- und industriepolitischen Verbindung dieser Ebenen. Vor allem Unternehmen und Verbände beklagen mitunter die unerwünschten Nebenwirkungen unausgereifter Regelungen. Neben der kunststoffverarbeitenden Industrie sind – wie oben bereits dargestellt – weitere Akteure relevant für eine Transformation, die in der Kreislaufwirtschaft einen hohen Stellenwert einnimmt. Hierzu gehören Wirtschaft, Wissenschaft, Gewerkschaften, Verbraucher\*innen und Politik auf mehreren Ebenen. Die kommunale Ebene ist zum Beispiel im Bereich der Entsorgung eine weitere sehr relevante Ebene, wenn es um die Schließung des Kreislaufs geht. Darüber hinaus können kommunale Wirtschaftsförderungen, ausgerichtet auf die Schließung regionaler Stoffkreisläufe, zusätzlich einen wichtigen Beitrag leisten.<sup>151</sup> Wie zuvor diskutiert, gibt es diverse Förderprogramme auf nationaler und europäischer/internationaler Ebene, die Forschung in Bezug auf Nachhaltigkeit von Kunststoffen vorantreiben. Hierbei wird unter anderem der Transfer des Wissens aus dem Forschungsumfeld in die Branche zu verstärken sein, um technologische und soziale Innovationen im Bereich der Kreislaufwirtschaft schnellstmöglich umzusetzen. Ferner gilt es, diese verschiedenen Programme und Initiativen in eine kohärente innovations- und industriepolitische Strategie zu gießen.

Barrieren für die Dekarbonisierung energieintensiver Industrien im Produktionsprozess sind unter Miteinbeziehung rechtlicher Rahmenbedingungen rechtzeitig abzubauen. Dazu zählen beispielsweise lange Investi-

<sup>151</sup> Bundesregierung 2020a.



tionszyklen und geringe zyklische Gewinnmargen, die den Spielraum für die Investition in „grünere“ Technologien hinausögern, sowie mögliche Gewinn- und Marktanteilsverluste durch die Umstellung der Produktion (Stichwort Up-Scaling). Neben der Förderung von Innovationsaktivitäten sind adäquate rechtliche Rahmenbedingungen zu schaffen, damit Verluste der Unternehmen während der konkreten Umstellung überbrückt und die Zahlungsfähigkeit gewährleistet werden können. Im Rahmen der *European Strategy for plastics in a circular economy* ist bereits festgehalten, dass Unternehmen nicht nur im Rahmen ihrer FuE-Tätigkeiten, sondern auch durch eine Erhöhung öffentlicher Investitionen im Transformationsprozess unterstützt werden sollten.<sup>152</sup>

### 7.3 Handlungsfeld Fachkräftemangel und Beschäftigungsfähigkeit

Durch den demografischen Wandel, den weiterhin starken Wunsch von Schulabgänger\*innen nach einer akademischen Ausbildung, die Veränderungen der Anforderungen an Beschäftigte innerhalb der Industrie durch den Megatrend Digitalisierung oder durch das derzeit eher negative Image der kunststoffverarbeitenden Industrie innerhalb der Gesellschaft: Es herrscht (Nachwuchs-)Fachkräftemangel. Eine Option, diesem Mangel offensiv entgegen zu wirken, besteht zum Beispiel in der Ausweitung des dualen Studiums, der Kombination von beruflicher Ausbildung mit einem Studium, als Einstiegsmöglichkeit in die Branche. Durch diese Variante der beruflichen Bildung ist es möglich, Vorteile arbeitnehmer- und arbeitgeberseitig auszuschöpfen. Der Vorteil für Arbeitskräfte besteht in der Kombination aus praktischer Erfahrung durch die Mitarbeit im Betrieb, oftmals durch Beteiligung der Unternehmen an Studienkosten der Nachwuchskräfte, bei gleichzeitiger Erlangung theoretischen Wissens und eines akademischen Grades. Dies äußert sich in höherer Entlohnung, besseren Laufbahnchancen (so besteht oftmals die Möglichkeit, nach der Ausbildung im selben Betrieb zu verweilen) und somit einer Nachfragesteigerung von der Arbeitgeberseite. Der Vorteil dieses Modells für die Arbeitgeberseite liegt einerseits in der Steigerung der Attraktivität für beruflichen Nachwuchs, andererseits in der frühzeitigen Bindung qualifizierter Arbeitskräfte an das Unternehmen. Eine gegenwärtige Herausforderung liegt in der Ermangelung rechtlicher Regelungen für das duale Studium. Aufgrund dessen bestehen unter anderem innerhalb der Unternehmen Schwierigkeiten, abgestimmte Programme anzubieten. Primär setzen gegenwärtig große Unternehmen bereits auf diese Form der Ausbildung, es sind vor allem KMU, die noch politische Hilfestellungen

bei der Etablierung der Programme benötigen.<sup>153</sup> Diese Form der Ausbildung sollte durch eine klare Leitlinie auf nationaler Ebene, auf die sich die verschiedenen Akteure berufen können, unterstützt werden. Neben der Akquirierung neuer Arbeitskräfte sind Beschäftigte, die sich bereits in einem Beschäftigtenverhältnis befinden, weiterzubilden. Geschulte Beschäftigte, die mit aktuellster digitaler Technik vertraut sind und umgehen können, werden 2030+ mit hoher Wahrscheinlichkeit einen noch höheren Stellenwert als bislang einnehmen.

Neben den längeren Lernphasen von Arbeitskräften wird in Zukunft das betriebliche Gesundheitsmanagement eine zunehmend wichtige Rolle spielen. Mit steigendem Alter der Beschäftigung – aufgrund der generellen demografischen Entwicklung und einem erwartbaren steigenden höheren Renteneintrittsalter – gewinnt der Erhalt von Gesundheit und Leistungsfähigkeit immer mehr an Bedeutung. Besonders in der Produktion beschäftigte Schichtarbeitskräfte bedürfen eines angepassten Gesundheitskonzepts, um bis zum Ende ihrer beruflichen Tätigkeit möglichst voll einsatzfähig zu bleiben. Falls dies nicht immer möglich sein sollte, sind entsprechende betriebliche oder tarifliche Regelungen bezüglich von Altersteilzeit- und Altersvorsorgemodellen zu treffen. Aus einer aktuellen Studie zur Lage der kunststoffverarbeitenden Industrie lässt sich ableiten, dass bislang nur die wenigsten Unternehmen auf eine stark alternde Belegschaft vorbereitet sind.<sup>154</sup>

### 7.4 Handlungsfeld Mitbestimmung und Arbeitsbedingungen

Die vielfältigen Aspekte der Mitbestimmung lassen sich im vorliegenden Branchenausblick 2030+ nicht separat betrachten, sondern bilden ein Querschnittsthema mit Berührungspunkten zur Betriebs- und Innovationsstrategie, Personalpolitik oder Qualität der Arbeitsbedingungen. Betriebsräte und Gewerkschaft sind in raschen Wandlungsprozessen von besonderer Bedeutung, damit die Bedarfe von Beschäftigten in den Betrieben weiterhin hinreichend beziehungsweise auch verstärkt berücksichtigt werden. Die hier benannten Aspekte der Transformation, von demografischen Veränderungen über Globalisierung hin zur Digitalisierung, bieten nicht nur Chancen, sondern bergen auch große Herausforderungen. Im Zuge der Fachkräftesicherung und der zu erwartenden fortschreitenden Automatisierung (unter anderem mit der zukünftigen Verbreitung künstlicher Intelligenz) kommt zum Beispiel auf betriebliche Interessenvertretungen zukünftig verstärkt die Aufgabe zu, die Wahrung von Bildungs- und Aufstiegs-

<sup>152</sup> Europäische Kommission 2018a.

<sup>153</sup> Wissenschaftsrat 2013.

<sup>154</sup> Dispan & Mendler 2020.

chancen für die Beschäftigten zu erreichen, um unter anderem die Arbeitszufriedenheit auf einem hohen Niveau zu halten beziehungsweise auf ein solches zu bringen.

Eine konsequente und nachhaltige Transformation führt auf betrieblicher Ebene zu Veränderungen. Sei es auf der Ebene der entwickelten Produkte, der bestehenden Fertigungs- und Lieferketten sowie der Nachhaltigkeitsinstrumente am Arbeitsplatz oder in der Arbeitsorganisation – staatliche Regulierungen und gesellschaftliche Forderungen können Interessenvertretungen vor etliche Herausforderungen stellen. Zukünftig wird eine wesentliche Aufgabe für Arbeitnehmerakteure darin bestehen, zum Beispiel sozial-ökologische Maßnahmen mit steigendem Wettbewerbsdruck in Einklang zu bringen. Es gilt Arbeitsplatzsicherheit und eine attraktive Arbeitsumgebung zu gewährleisten und zeitgleich Resilienzmechanismen gegenüber möglichen regulationsbedingten Produktions- oder Umsatzrückgängen zu entwickeln. Die Entwicklung hin zu nachhaltigeren Produkten und Prozessen in der kunststoffverarbeitenden Industrie benötigt in vielen Fällen technische und organisatorische sowie soziale und kulturelle Innovationen.<sup>155</sup> Interessenvertretungen wie Betriebsräte und Gewerkschaften können in solchen Innovationsprozessen als wichtige Mittler und Promotoren neuartiger nachhaltiger Ideen fungieren. Passende Anknüpfungspunkte hierzu und kreative Erweiterungsmöglichkeiten bietet der laufende Szenarien- und Strategieprozess „Perspektiven 2030+“ der IG BCE.<sup>156</sup>

### 7.5 Handlungsfeld Corona-Phase und Post-Corona-Phase

Die Unternehmen der kunststoffverarbeitenden Industrie sind von der Corona-Pandemie unterschiedlich betroffen. Das von der Bundesregierung im März 2020 auf den Weg gebrachte Hilfspaket für unverschuldete Umsatzeinbußen kann von kunststoffverarbeitenden Unternehmen in Anspruch genommen werden. Die EU beschloss zudem mit dem EU-Recovery-Plan ein Wiederaufbauprogramm für die europäische Wirtschaft, um die finanziellen Einbußen, bedingt durch die Corona-Pandemie, abzufedern.<sup>157</sup> Zu den zentralen Punkten des Plans gehören unter anderem die steigenden Investitionen in Innovationen und Zukunftstechnologien, die Kreislaufprozesse verbreiten und optimieren sollen.<sup>158</sup> Die Arbeitnehmervertretungen und Gewerkschaften der kunststoffverarbeitenden Industrie stehen im Kontext der andauernden Corona-Pandemie unter anderem vor der Herausforderung, in Zusammenarbeit mit den Unternehmensführungen

für einen angebrachten Gesundheitsschutz zu sorgen und Konsequenzen von Umsatzrückgängen möglichst sozialverträglich zu gestalten. In Bezug auf die Post-Corona-Phase wird die Aufgabe noch anspruchsvoller für Betriebsräte und Gewerkschaft sein. Es geht um die sozialverträgliche und nachhaltige Transformation einer ganzen Branche und ihrer Unternehmen. Eine große Gestaltungsaufgabe, die Kreativität, Resilienz und Zusammenrücken erfordert.

<sup>155</sup> Schön et al. 2020.

<sup>156</sup> Industriegewerkschaft Bergbau, Chemie, Energie, o. J.

<sup>157</sup> Europäische Kommission 2020b.

<sup>158</sup> PlasticsEurope 2020d.

## Literaturverzeichnis

**Arnold-Müller, B. (2020):** Die Welt braucht Plastik, aber anders. SZ.de vom 21. Juli 2020, <https://www.sueddeutsche.de/wirtschaft/corona-plastik-nachhaltigkeit-kommentar-1.4974050>

**BASF & Security Matters (2020):** Zusammenarbeit zwischen BASF und Security Matters beschleunigt den Fortschritt hin zu einer Kreislaufwirtschaft für Kunststoffe, <https://www.basf.com/global/de/media/news-releases/2020/04/p-20-183.html>

**Basf.de (o. J.):** Lebenszyklusanalyse (LCA) für ChemCyclingTM, <https://www.basf.com/global/de/who-we-are/sustainability/we-drive-sustainable-solutions/circular-economy/mass-balance-approach/chemcycling/lca-for-chemcycling.html>

**Belitz, H.; Lejpras, A. & Priem, M. (2019):** Forschung und Entwicklung im Ausland: Deutsche Unternehmen haben ähnliche Schwerpunkte wie in der Heimat. DIW Wochenbericht 36/2019, 631-639. Verfügbar unter [https://www.diw.de/de/diw\\_01.c.676253.de/publikationen/wochenberichte/2019\\_36\\_3/forschung\\_und\\_entwicklung\\_im\\_ausland\\_\\_deutsche\\_unternehmen\\_haben\\_aehnliche\\_schwerpunkte\\_wie\\_in\\_der\\_heimat.html](https://www.diw.de/de/diw_01.c.676253.de/publikationen/wochenberichte/2019_36_3/forschung_und_entwicklung_im_ausland__deutsche_unternehmen_haben_aehnliche_schwerpunkte_wie_in_der_heimat.html).

**Berger, A. (2019):** Globale Wertschöpfung, globale Verantwortung? Nachhaltigkeit in globalen Wertschöpfungsketten, <https://www.kas.de/documents/252038/4521287/Globale+Wertschoepfung.pdf/5687c8d2-c3b0-8961-5fb6-461dc9e3fe84?version=1.0&t=1561533202119>

**Boeckler.de (2013):** Innovationen mit Betriebsrat erfolgreicher, <https://www.boeckler.de/de/boeckler-impuls-innovationen-mit-betriebsrat-erfolgreicher-9191.htm>

**Breakfreefromplastic.org (o. J.):** About, <https://www.breakfreefromplastic.org/about/#>

**Brinkdöpke, S. (2019):** Herausforderungen der Kunststoffindustrie. WIR | Wirtschaft regional vom 8. April 2019, <https://www.wirtschaft-regional.net/unternehmen-merkte/herausforderungen-der-kunststoffindustrie/>

**Bundesagentur für Arbeit (2019):** Statistik der Bundesagentur für Arbeit. Grundlagen: Definitionen. Kennzahlensteckbriefe, [https://statistik.arbeitsagentur.de/DE/Statischer-Content/Grundlagen/Definitionen/Generische-Publikationen/Kennzahlensteckbrief.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://statistik.arbeitsagentur.de/DE/Statischer-Content/Grundlagen/Definitionen/Generische-Publikationen/Kennzahlensteckbrief.pdf?__blob=publicationFile)

**Bundesagentur für Arbeit (2020):** Gemeldete Stellen nach Wirtschaftszweigen, [https://statistik.arbeitsagentur.de/Statistikdaten/Detail/202007/iiii4/stea-wkl-ins/stea-wkl-ins-dwolra-0-202007-xlsx.xlsx?\\_\\_blob=publicationFile&v=1](https://statistik.arbeitsagentur.de/Statistikdaten/Detail/202007/iiii4/stea-wkl-ins/stea-wkl-ins-dwolra-0-202007-xlsx.xlsx?__blob=publicationFile&v=1)

**Bundesministerium für Bildung und Forschung (2018):** Forschung und Innovation für die Menschen: Die Hightech-Strategie 2025, [https://www.bmbf.de/upload\\_filestore/pub/Forschung\\_und\\_Innovation\\_fuer\\_die\\_Menschen.pdf](https://www.bmbf.de/upload_filestore/pub/Forschung_und_Innovation_fuer_die_Menschen.pdf)

**Bundesministerium für Bildung und Forschung (2020a):** Carbon2Chem, <https://www.fona.de/de/massnahmen/foerdermassnahmen/carbon2chem.php>

**Bundesministerium für Bildung und Forschung (2020b):** Bekanntmachung: Bekanntmachung der Richtlinie zur Förderung von Forschungs- und Entwicklungsvorhaben zum Thema „Ressourceneffiziente Kreislaufwirtschaft – Kunststoffsrecyclingtechnologien (KuRT)“ im Rahmenprogramm „Forschung für Nachhaltige Entwicklung – FONAZ3“ [Pressemitteilung]. Bundesanzeiger, <https://www.bmbf.de/foederungen/bekanntmachung-3080.html>

**Bundesministerium für Bildung und Forschung (o. J.):** Interne FuE-Aufwendungen des Wirtschaftssektors sowie Anteil der eigenfinanzierten FuE-Aufwendungen nach der Wirtschaftsgliederung, Tabelle 1.5.1, Datenportal des BMBF, nach: Stifterverband Wissenschaftsstatistik, Sonderauswertung, <https://www.datenportal.bmbf.de/portal/de/K15.html>

**Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserstoffwirtschaft (2016):** Energieeffizienzkonzepte der kunststoffverarbeitenden Industrie in Österreich, <https://docplayer.org/46040283-Energieeffizienzkonzept-der-kunststoffverarbeitung-in-oesterreich.html>

**Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (2019):** IÖW-Umweltbewusstseinsstudie 2018, [https://www.bmu.de/fileadmin/Daten\\_BMU/Pool/Broschueren/umweltbewusstsein\\_2018\\_bf.pdf](https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Pool/Broschueren/umweltbewusstsein_2018_bf.pdf)

**Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (2014):** Basler Übereinkommen über die Kontrolle der grenzüberschreitenden Verbringung gefährlicher Abfälle und ihrer Entsorgung, <https://www.bmu.de/gesetz/basler-uebereinkommen-ueber-die-kontrolle-der-grenzueberschreitenden-verbringung-gefaehrlicher-abfaelle-u/>

**Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2019):** Schlaglichter der Wirtschaftspolitik – Monatsbericht Mai 2019: Schlüsseltechnologie Leichtbau. Innovationstreiber und Garant für Ressourcen- und Energieeffizienz, [https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/Monatsbericht/Monatsbericht-Themen/2019-05-schluesselftechnologie-leichtbau.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=6](https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/Monatsbericht/Monatsbericht-Themen/2019-05-schluesselftechnologie-leichtbau.pdf?__blob=publicationFile&v=6)

**Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2020):** Bundesregierung stärkt Aufbau und Produktion von medizinischer Schutzausrüstung, <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Pressemitteilungen/2020/20200409-bundesregierung-staerkt-aufbau-und-ausbau-der-produktion-von-medizinischer-schutzausruestung.html>

**Burstedde, A. & Risius, P. (2017):** Fachkräfteengpässe in Unternehmen: Regionale Fachkräftesituation und Mobilität. No. 2/2017. KOFA-Studie, [https://www.iwkoeln.de/fileadmin/publikationen/2017/328843/IW-Gutachten\\_Regionale\\_Fachkraeftesituation\\_und\\_Mobilitaet.pdf](https://www.iwkoeln.de/fileadmin/publikationen/2017/328843/IW-Gutachten_Regionale_Fachkraeftesituation_und_Mobilitaet.pdf)

**Buttenfeld-cincinnati.de (o. J.):** Green Pipe Konzept, <https://www.battenfeld-cincinnati.com/de-de/produkte/steuerung-und-automatisierung/green-pipe-konzept.html>

**Chan, Y.; Petithuguenin, L.; Fleiter, T.; Herbst, A.; Arens, M. & Stevenson, P. (2019):** Industrial Innovation: Pathways to deep decarbonisation of Industry. Part 1: Technology Analysis. ICF; Fraunhofer ISI, [https://ec.europa.eu/clima/sites/clima/files/strategies/2050/docs/industrial\\_innovation\\_part\\_1\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/clima/sites/clima/files/strategies/2050/docs/industrial_innovation_part_1_en.pdf)

**Commerzbank (2018):** Branchenbericht Chemie und Kunststoffe in Deutschland, [https://www.firmenkunden.commerzbank.de/portal/media/corporatebanking/neu-hauptportal-rebrush/aktuelles/branchen-und-merkte/branchenberichte-1/Chemie\\_und\\_Kunststoffe\\_2018.pdf](https://www.firmenkunden.commerzbank.de/portal/media/corporatebanking/neu-hauptportal-rebrush/aktuelles/branchen-und-merkte/branchenberichte-1/Chemie_und_Kunststoffe_2018.pdf)

**Conversio (2020a):** Global Plastics Flow 2018. Conversio Market & Strategy GmbH, [https://www.conversio-gmbh.com/res/Global\\_Plastics\\_Flow\\_Feb10\\_2020.pdf](https://www.conversio-gmbh.com/res/Global_Plastics_Flow_Feb10_2020.pdf)

**Conversio (2020b):** Stoffstrombild Kunststoffe in Deutschland 2019. Conversio Market & Strategy GmbH, [https://www.bkv-gmbh.de/fileadmin/documents/Studien/Kurzfassung\\_Stoffstrombild\\_2019.pdf](https://www.bkv-gmbh.de/fileadmin/documents/Studien/Kurzfassung_Stoffstrombild_2019.pdf)

**Das Kunststoff-Zentrum (skz) (o. J.):** Gemeinsame Interessen – Ein Ziel, <https://www.skz.de/de/dasunternehmen/kooperationen/index.html>

**Deutscher Bundestag (2016):** Klimaschutzplan 2050: Klimaschutzpolitische Grundsätze und Ziele der Bundesregierung. Unterrichtung durch die Bundesregierung, [https://www.bmu.de/fileadmin/Daten\\_BMU/Download\\_PDF/Klimaschutz/klimaschutzplan\\_2050\\_bf.pdf](https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Klimaschutz/klimaschutzplan_2050_bf.pdf)

**Die Bundesregierung (2020a):** Deutsches Ressourceneffizienzprogramm (ProgRess III). Programm zur nachhaltigen Nutzung und zum Schutz der natürlichen Ressourcen. Beschluss des Bundeskabinetts vom 17. Juni 2020, [https://www.neress.de/fileadmin/media/files/Progress/progress\\_iii\\_programm\\_bf\\_1\\_.pdf](https://www.neress.de/fileadmin/media/files/Progress/progress_iii_programm_bf_1_.pdf)

**Die Bundesregierung (2020b):** Einweg-Plastik wird verboten. [Pressemitteilung vom 17. September 2020], <https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/nachhaltigkeitspolitik/einwegplastik-wird-verbotten-1763390>

**Di-link.de (o. J.):** Digitale Lösungen für industrielle Kunststoffkreisläufe, <https://www.di-link.de/%C3%BCber-dilink/>

**Dispan, J. & Mendler, L. (2020):** Branchenanalyse kunststoffverarbeitende Industrie 2020: Beschäftigungstrends, Kreislaufwirtschaft, digitale Transformation, [https://www.imu-institut.de/data/publication/2020-05%20KVI-HBS-WP\\_186\\_2020.pdf/at\\_download/file](https://www.imu-institut.de/data/publication/2020-05%20KVI-HBS-WP_186_2020.pdf/at_download/file)

**Dohse, D.; Bachmann, M.; Bickenbach, F.; Bode, E.; Gold, R.; Grimmeiss, R.; Hanley, A.; Kirchherr, J.; Klier, J.; Lettner, J.; Liu, W.H.; Pfülb, S.; Saß, B.; Semrau, F.-O.; Sönmez, N. A.; Stern, S.; Stolzenburg, U.; Vehrke, J.; Wenserski, W. (2020):** Analyse der industrierelevanten wirtschaftlichen Rahmenbedingungen in Deutschland im internationalen Vergleich. Institut für Weltwirtschaft Kiel, <https://www.ifw-kiel.de/de/experten/ifw/dirk-dohse/analyse-der-industrierelevanten-wirtschaftlichen-rahmenbedingungen-in-deutschland-im-internationalen-vergleich-14698/>

**Endplasticwaste.de (o. J.):** Alliance to End Plastic Waste. <https://endplasticwaste.org/about/>

**Euractiv (2015):** Studie: Müll in Entwicklungsländern erzeugt enorme Mengen Treibhausgas, <https://www.euractiv.de/section/entwicklungspolitik/news/studie-mull-in-entwicklungsländern-erzeugt-enorme-mengen-treibhausgas/>

**Europäische Kommission (2018a):** Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen: Eine europäische Strategie für Kunststoffe in der Kreislaufwirtschaft, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CELEX%3A52018DC0028>

**Europäische Kommission (2018b):** Pathways to sustainable industries: Energy efficiency and CO<sub>2</sub> utilisation. Research & Innovation Projects for Policy, <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/72d482c6-1850-11e8-ac73-01aa75ed71a1>

**Europäische Kommission (2018c):** Directive of the European Parliament and of the Council on the reduction of the impact of certain plastic products on the environment. [https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:fc5c74e0-6255-11e8-ab9c-01aa75ed71a1.0002.02/DOC\\_1&format=PDF](https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:fc5c74e0-6255-11e8-ab9c-01aa75ed71a1.0002.02/DOC_1&format=PDF)

**Europäische Kommission (2020a):** Communication from the commission to the European parliament, the council, the European economic and social committee and the committee of the regions: Sustainable Europe Investment Plan. European Green Deal Investment Plan, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52020DC0021>

**Europäische Kommission (2020b):** Recovery plan for Europe, [https://ec.europa.eu/info/live-work-travel-eu/health/coronavirus-response-0/recovery-plan-europe\\_en](https://ec.europa.eu/info/live-work-travel-eu/health/coronavirus-response-0/recovery-plan-europe_en)

**Evans, J. (2016):** The Bottom Line of Energy Efficiency. *Plastics Engineering*, 72(3), 36–39, <http://read.nxtbook.com/wiley/plasticsengineering/march2016/thebottomlineofenergyeffic.html>

**Franke, M. (2018):** Die lange Entdeckung von Kunststoff. *Frankfurter Allgemeine Zeitung* vom 02. September 2018, <https://www.faz.net/aktuell/generation-plastik/geschichte-der-plastiks-wann-wurde-kunststoff-entdeckt-15761089.html>

**Fraunhofer CCPE (2019):** Circular Plastics Economy: Kreislaufwirtschaft für Kunststoffe, <https://www.umsicht.fraunhofer.de/de/strategische-forschungslinien/circular-plastics-economy.html>

**Fraunhofer IAP (2018):** Kunststoffe mit biologischen Eigenschaften, <https://www.materials.fraunhofer.de/de/presse/iap--kunststoffe-mit-biologischen-eigenschaften.html>

**Fraunhofer IMWS (2018):** Aus Abfall wird Rohstoff: Sachsen-Anhalt beschließt Förderung für Fraunhofer-Pilotanlage CARBONTRANS in Leuna, <https://www.imws.fraunhofer.de/de/presse/pressemitteilungen/pilotanlage-carbontrans.html>

**Fridaysforfuture.de (o. J.):** Forderungen, <https://fridaysforfuture.de/forderungen/>

**Gandert, E. (2019):** Digitale Transformation von Kunststoffen. *Plastverarbeiter.de*, <https://www.plastverarbeiter.de/93170/digitale-transformation-von-kunststoffen/>

**Gereffi, G. (2020):** What does the COVID-19 pandemic teach us about global value chains? The case of medical supplies. *Journal of International Business Policy*, 29(2), 237, <https://doi.org/10.1057/s42214-020-00062-w>

**Geres, R.; Kohn, A.; Lenz, S.; Ausfelder, F.; Bazzanella, A. M. & Möller, A. (2019):** Roadmap Chemie 2050 – Auf dem Weg zu einer treibhausgasneutralen chemischen Industrie in Deutschland, <https://www.vci.de/vci/downloads-vci/publikation/2019-10-09-studie-roadmap-chemie-2050-treibhausgasneutralitaet.pdf>

**Gesamtverband der deutschen Textil- und Modeindustrie e. V. (2017):** Die deutsche Textil- und Modeindustrie in Zahlen, [https://www.verband-textil-bekleidung.de/file-admin/Daten/Rundschreiben-Wirtschaft/RS-2017-Wirtschaftspolitik/zahlen2017\\_web.pdf](https://www.verband-textil-bekleidung.de/file-admin/Daten/Rundschreiben-Wirtschaft/RS-2017-Wirtschaftspolitik/zahlen2017_web.pdf)

**Gesamtverband Kunststoffverarbeitende Industrie (2019):** Beim Klimaschutz auf Kunststoffe setzen! <https://www.gkv.de/de/service/presse/beim-klimaschutz-auf-kunststoffe-setzen!html>

**Gesamtverband Kunststoffverarbeitende Industrie (2020):** Nachhaltig wirtschaften mit Kunststoffen: Kreisläufe schließen – Ressourcen schonen – Klima schützen, [https://www.gkv.de/assets/uploads/200213\\_GKV\\_Positionspapier\\_Nachhaltig\\_wirtschaften\\_mit\\_Kunststoffen.pdf](https://www.gkv.de/assets/uploads/200213_GKV_Positionspapier_Nachhaltig_wirtschaften_mit_Kunststoffen.pdf)

- Gesamtverband Kunststoffverarbeitende Industrie, PlasticsEurope & VDMA (2018):** Eine europäische Strategie für Kunststoffe in der Kreislaufwirtschaft – Gemeinsame Position der deutschen Kunststoffbranche, [https://www.plasticseurope.org/download\\_file/force/1649/315](https://www.plasticseurope.org/download_file/force/1649/315)
- Gkv.de (2019):** Fachkräftemangel spitzt sich weiter zu. <https://www.gkv.de/de/service/presse/fachkraeftemangel-spitzt-sich-weiter-zu.html>
- Gruener-punkt.de (2020):** Zum Tag der Umwelt: Rettet den Recyclingkunststoff! <https://www.gruener-punkt.de/de/unternehmen/news/artikel/details/zum-tag-der-umwelt-rettet-den-recyclingkunststoff.html>
- Heinrich-Böll-Stiftung & Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland (2019):** Plastikatlas 2019: Daten und Fakten über eine Welt voller Kunststoff, [https://www.bund.net/fileadmin/user\\_upload\\_bund/publikationen/chemie/chemie\\_plastikatlas\\_2019.pdf](https://www.bund.net/fileadmin/user_upload_bund/publikationen/chemie/chemie_plastikatlas_2019.pdf)
- Hutapea, L. & Malanowski, N. (2019):** Potenziale und Hindernisse bei der Einführung digitaler Technik in der kunststoffverarbeitenden Industrie. Im Auftrag der Stiftung Arbeit und Umwelt der IG BCE, [https://www.arbeit-umwelt.de/wp-content/uploads/200121\\_ig\\_publikationen\\_kunststoff\\_web.pdf](https://www.arbeit-umwelt.de/wp-content/uploads/200121_ig_publikationen_kunststoff_web.pdf)
- IN4climate.NRW (2019):** Wasserstoff als Schlüssel zur erfolgreichen Energiewende: den Einstieg jetzt ermöglichen. Ein Diskussionsbeitrag der AG Wasserstoff von IN4climate.NRW zur Entwicklung der nationalen Wasserstoffstrategie, <https://www.in4climate.nrw/fileadmin/Bilder/Pressefotos/Wasserstoffpapier/in4climatenrw-diskussionspapier-wasserstoff-als-schluessel-zur-erfolgreichen-energiewende.pdf>
- Industriegewerkschaft Bergbau, Chemie, Energie (o. J.):** Perspektiven 2030+. IG BCE.de, <https://igbce.de/igbce/themen/berichterstattung-zukunftskongress>
- Informationsdienst Wissenschaft (2020):** Intelligente Kunststoffe bauen sich selbst ab, <https://idw-online.de/de/news753702>.
- Innovationssteuerung.de (2020):** Kennzahlen Informationen, <https://www.innovationssteuerung.com/de/no-de/236#innovationsintensitaet>
- Isenburg, T. & Königsreuther, P. (2020):** Biokunststoffe boomen im Sog des European Green Deal. MaschinenMarkt vom 21. Mai 2020, <https://www.maschinenmarkt.vogel.de/biokunststoffe-boomen-im-sog-des-european-green-deal-a-934155/>
- Kaiser, O. & Malanowski, N. (2020):** Voraussetzungen für eine wettbewerbsfähige Wasserstoffwirtschaft – Fördernde und hemmende Faktoren im Verkehrssektor und in der Chemischen Industrie. Working Paper Forschungsförderung der Hans-Böckler-Stiftung, [https://www.boeckler.de/de/faust-detail.htm?sync\\_id=HBS-007872](https://www.boeckler.de/de/faust-detail.htm?sync_id=HBS-007872)
- K-aktuell.de (2019): Meraxis: Mehr als Kunststoff-Distribution**, <https://www.k-aktuell.de/meraxis-mehr-als-kunststoff-distribution-71215/>
- Kämpfe-Mundo, S. (2019):** Kunststoffindustrie: Pessimistische Prognosen vom Jahresanfang bestätigt, <https://trendkraft.io/wissenschaft-forschung-technik/kunststoffindustrie-pessimistische-prognosen-vom-jahresanfang-bestaetigt/>
- KI Group (2019):** Kunststoffindustrie: Pessimistische Prognosen vom Jahresanfang bestätigt / Lichtblick Recycling / Handelskonflikte und Automobilindustrie verstärken Negativeinfluss, [Pressemitteilung vom 09. August 2019], [https://www.kiweb.de/\\_g/pdf/kiweb/pm/Pressemitteilung\\_Kunststoffkonjunktur\\_Juli\\_2019.pdf](https://www.kiweb.de/_g/pdf/kiweb/pm/Pressemitteilung_Kunststoffkonjunktur_Juli_2019.pdf)
- Königsreuther, P. (2020):** Polemik und schräge Medienaktionen bedrohen den Standort Deutschland. MaschinenMarkt vom 28. Februar 2020, <https://www.maschinenmarkt.vogel.de/polemik-und-schraege-medienaktionen-bedrohen-den-standort-deutschland-a-909522/>
- Kunststoffe.de (2019):** Kunststoff-Image so schlecht wie nie: Kommunikationskampagne soll Fakten zu Verpackungen vermitteln, <https://www.kunststoffe.de/news/verbaende/artikel/kunststoff-image-so-schlecht-wie-nie-8330362.html>
- Kunststoffe.de (2020):** Wie stark verändert Corona die Kunststoffindustrie? Kunststoff-Umfrage zur Corona-Pandemie, <https://www.kunststoffe.de/umfragen/artikel/wie-stark-veraendert-corona-die-kunststoffindustrie-10643806.html>
- Kunststoffland NRW (2020):** Nachhaltigkeit und Kreislaufwirtschaft, [https://www.kunststoffland-nrw.de/download/publikationen/2020-01\\_report\\_web\\_neu.pdf](https://www.kunststoffland-nrw.de/download/publikationen/2020-01_report_web_neu.pdf)
- Kunststoffverpackungen.de (2020):** Von Kapazitätsgrenzen bis Kurzarbeit: So unterschiedlich trifft Corona die Hersteller von Kunststoffverpackungen. Newsroom Kunststoffverpackungen.de vom 4. Mai 2020, <https://newsroom.kunststoffverpackungen.de/2020/05/04/auswirkungen-corona-kunststoffverpackungsindustrie/>

**Kunststoffweb.de (2020):** Evonik: Schwache Nachfrage belastet Umsatz und Ergebnis, [https://www.kunststoffweb.de/branchen-news/evonik\\_schwache\\_nachfrage\\_belastet\\_umsatz\\_und\\_ergebnis\\_t245757](https://www.kunststoffweb.de/branchen-news/evonik_schwache_nachfrage_belastet_umsatz_und_ergebnis_t245757)

**Leber, S. (2020):** Diese Hamburger Unternehmer wollen Millionen Masken aus China holen. Tagesspiegel.de vom 03. April 2020, <https://www.tagesspiegel.de/themen/reportage/der-erste-flieger-ist-schon-gelandet-diese-hamburger-unternehmer-wollen-millionen-masken-aus-china-holen/25710044.html>

**Lechtenböhmer, S.; Samadi, S.; Leipprad, A. & Schneider, C. (2019):** Grüner Wasserstoff, das dritte Standbein der Energiewende? [https://epub.wupperinst.org/frontdoor/deliver/index/docId/7409/file/7409\\_Lechtenboehmer.pdf](https://epub.wupperinst.org/frontdoor/deliver/index/docId/7409/file/7409_Lechtenboehmer.pdf).

**Mission-additive.de (2020):** Übersicht über Corona-Artikel im Bezug zur additiven Fertigung, <https://www.mission-additive.de/3d-druck-corona/>

**Munford, L. (2020):** COVID-19 and packaging: Survey results. PackagingEurope.com: <https://packagingeurope.com/covid-19-and-packaging-survey-results-are-in/>

**Packagingeurope.com (2020):** EU plastic tax plans criticised by European plastics industry <https://packagingeurope.com/european-plastics-industry-criticises-eu-plastic-tax-plans/>

**Pananond, P.; Gereffi, G. & Pedersen, T. (2020):** Coronavirus Consequences on Global Value Chains, <https://strategicmanagementsociety.wordpress.com/2020/07/07/coronavirus-consequences-on-global-value-chains/>

**PlasticsEurope (2016):** Umfrage zum Image von Kunststoff und Industrie – Deutsche schätzen Kunststoff, <https://www.plasticseurope.org/de/newsroom/press-releases/archive-pressemittelungen-2016/umfrage-zum-image-von-kunststoff-und-industrie-deutsche-schaetzen-kunststoff>

**PlasticsEurope (2017):** Geschäftsbericht 2016, [https://www.plasticseurope.org/application/files/1215/1853/1573/2016\\_Geschaeftsbericht441d.pdf](https://www.plasticseurope.org/application/files/1215/1853/1573/2016_Geschaeftsbericht441d.pdf)

**PlasticsEurope (2019):** The Circular Economy for Plastics: A European Overview. Brüssel. [https://www.plasticseurope.org/download\\_file/force/3259/181](https://www.plasticseurope.org/download_file/force/3259/181)

**PlasticsEurope (2020a):** Anker in schweren Zeiten: Die Kunststofferzeuger unterstützen in der Pandemie, <https://www.plasticseurope.org/de/newsroom/neuigkeiten/das-engagement-der-kunststoffbranche-der-pandemie>

**PlasticsEurope (2020b):** Auswertung VCI Umfrage zu Covid-19 für Kunststofferzeuger, [https://kunststoffe-live.censhare.de/\\_storage/asset/11061574/storage/master/file/43250055/download/Grafiken%20VCI-Umfrage%20wirtschaftliche%20Situation.pdf?](https://kunststoffe-live.censhare.de/_storage/asset/11061574/storage/master/file/43250055/download/Grafiken%20VCI-Umfrage%20wirtschaftliche%20Situation.pdf?)

**PlasticsEurope (2020c):** Illegale Müllexporte stoppen. <https://www.plasticseurope.org/de/newsroom/neuigkeiten/kampf-gegen-illegale-muelllexporte-gewinnen>

**PlasticsEurope (2020d):** Kunststofferzeuger zum EU-Wiederaufbauprogramm, <https://www.plasticseurope.org/de/newsroom/neuigkeiten/kunststofferzeuger-begruessen-plaene-fuer-eu-wieder-aufbauprogramm>

**PlasticsEurope (2020e):** Kunststoffverarbeitung vor großen Herausforderungen, <https://www.plasticseurope.org/de/newsroom/neuigkeiten/jahresbilanz-gesamtverband-kunststoffverarbeitende-industrie>

**PlasticsEurope (2020f):** Plastics - The Facts 2019: An analysis of European plastics production, demand and waste data. Presentation, [https://www.plasticseurope.org/application/files/9715/7129/9584/FINAL\\_web\\_version\\_Plastics\\_the\\_facts2019\\_14102019.pdf](https://www.plasticseurope.org/application/files/9715/7129/9584/FINAL_web_version_Plastics_the_facts2019_14102019.pdf)

**Plastverarbeiter.de (2018):** Weckruf für die Kunststoffbranche: Neue EU-Kunststoffstrategie, <https://www.plastverarbeiter.de/77304/weckruf-fuer-die-kunststoffbranche/>

**Plastverarbeiter.de (2019):** Fachkräftemangel spitzt sich weiter zu: Immer weniger neue Auszubildende – GKV alarmiert, <https://www.plastverarbeiter.de/84584/fachkraeftemangel-spitzt-sich-weiter-zu/>

**Policy Department for External Relations (2020):** Four briefings on trade-related aspects of carbon border adjustment mechanisms. Policy Department for External Relations - Directorate General for External Policies of the Union, [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2020/603493/EXPO\\_BRI\(2020\)603493\\_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2020/603493/EXPO_BRI(2020)603493_EN.pdf)

**Ramesohl, S.; Vetter, L.; Meys, R. & Steger, S. (2020):** Chemisches Kunststoffrecycling: Potenziale und Entwicklungsperspektiven; ein Beitrag zur Defossilisierung der chemischen und kunststoffverarbeitenden Industrie in NRW, [https://epub.wupperinst.org/frontdoor/deliver/index/docId/7605/file/7605\\_Kunststoffrecycling.pdf](https://epub.wupperinst.org/frontdoor/deliver/index/docId/7605/file/7605_Kunststoffrecycling.pdf)

**Recyclingportal.eu (2020):** Blitzumfrage zur Corona-Krise in der Kunststoffindustrie, <https://recyclingportal.eu/Archive/56192>

- Romeo, J. (2019):** Plastics Engineering in 2019: The Technological Runway Ahead. *Plastics Engineering*, 75(1), 42–47.
- Rosa, P.; Sassanelli, C.; Urbinati, A.; Chiaroni, D. & Terzi, S. (2020):** Assessing relations between Circular Economy and Industry 4.0: a systematic literature review. *International Journal of Production Research*, 58(6), 1662–1687, <https://doi.org/10.1080/00207543.2019.1680896>
- Schäfer, K. A.; Schadwinkel, A. (2020):** Plastikverbot in der EU: Pro und Contra, <https://www.fluter.de/plastikverbot-eu-pro-contra>
- Schiffer, M.; Wiendahl, H.-H.; Saretz, B. & Lickefett, M. (2020):** Studie: Supply Chain Management 2040. Stuttgart. Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA, Ginkgo Management Consulting.
- Schön, S.; Eismann, C.; Wendt-Schwarzburg, H. & Kuhn, D. (2020):** Transdisziplinäres Innovationsmanagement: Nachhaltigkeitsprojekte wirksam umsetzen. wbv Publikation.
- Seifert, A. (2020):** Gut für die Umwelt, Belastung für den Verbraucher? MDR Aktuell vom 24. Juli, <https://www.mdr.de/nachrichten/politik/ausland/eu-plastik-steuer-verbraucher-umwelt-100.html>
- Soulbottles & ProjectTogether (2019):** Zusammen lösen wir das Plastikproblem! <https://www.soulbottles.de/soulincubator>
- Soulbottles & ProjectTogether (2020):** soulincubator Update: Kooperation mit der Schwarz Gruppe, <https://www.soulbottles.de/soulblog/soulincubator/kooperation-mit-der-schwarz-gruppe>
- Statista (2020):** Innovationsintensität in der Gummi- und Kunststoffverarbeitung in den Jahren 2008 bis 2018, Statista, <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/165009/umfrage/innovationsintensitaet-der-gummi-und-kunststoffverarbeitung-in-deutschland/>
- Statistisches Bundesamt (2018):** Produzierendes Gewerbe – Beschäftigung und Umsatz der Betriebe des Verarbeitenden Gewerbes sowie des Bergbaus und der Gewinnung von Steinen und Erden nach Bundesländern 2018, Fachserie 4, Reihe 4.1.4, [https://www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Industrie-Verarbeitendes-Gewerbe/Publikationen/Downloads-Konjunktur/produktion-vierteljahr-2040310183244.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Industrie-Verarbeitendes-Gewerbe/Publikationen/Downloads-Konjunktur/produktion-vierteljahr-2040310183244.pdf?__blob=publicationFile)
- Statistisches Bundesamt (Destatis) (2020a):** Beschäftigte und Umsatz der Betriebe im Verarbeitenden Gewerbe, Tabelle 42271.
- Statistisches Bundesamt (Destatis) (2020b):** Bevölkerung in Deutschland im Jahr 2019 auf 83,2 Millionen gestiegen [Pressemitteilung vom 19. Juni 2020], [https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2020/06/PD20\\_223\\_12411.html](https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2020/06/PD20_223_12411.html)
- Statistisches Bundesamt (Destatis) (2020c):** Produktionsindex für das Verarbeitende Gewerbe: Deutschland, Monate, Original- und bereinigte Daten, Wirtschaftszweige (2-/3-/4-Steller), Tabelle 42153.
- Statistisches Bundesamt (Destatis) (2020d):** Unternehmen, Beschäftigte, Umsatz und Investitionen im Verarbeitenden Gewerbe und Bergbau: Deutschland, Jahre, Wirtschaftszweige (2-/3-/4-Steller), Tabelle 42231.
- Statistisches Bundesamt (Destatis) (2020e):** Umweltökonomische Gesamtrechnungen. Direkte und indirekte Energieflüsse und CO<sub>2</sub>-Emissionen. Berichtszeitraum 2000–2018, Tabelle 3.4.
- Statistisches Bundesamt (Destatis) (2020f):** Umweltökonomische Gesamtrechnungen. Energiegesamtrechnung. Berichtszeitraum 2000–2018, Tabelle 3.4.
- Statistisches Bundesamt (Destatis) (2021):** Energieverbrauch der Betriebe im Verarbeitenden Gewerbe: Deutschland, Jahre, Nutzung des Energieverbrauchs, Wirtschaftszweige, Energieträger, Tabelle 43531-0001.
- Stiftung Arbeit und Umwelt der IG BCE (2020):** Klimaneutrale Industrie: Mögliche Varianten für einen zukunftsfesten Carbon-Leakage-Schutz im Vergleich. Diskussionspapier, [https://www.arbeit-umwelt.de/wp-content/uploads/Diskussionspapier\\_Carbon-Leakage\\_Schutz\\_StAU.pdf](https://www.arbeit-umwelt.de/wp-content/uploads/Diskussionspapier_Carbon-Leakage_Schutz_StAU.pdf)
- Tat, E. (2019):** Zero Waste: Stopping the problem at the source. Boell.de vom 04. November 2019, <https://www.boell.de/en/2019/11/04/zero-waste-stopping-problem-source>
- Theoceancleanup.com (o. J.):** The OceanCleanup Project, <https://theoceancleanup.com/>
- Theunissen, M. & Wanders, M. (2020):** Leicht und beständig: Polymere im Leichtbau. *Faszinationchemie.de* vom 15. April 2020, <https://faszinationchemie.de/makromolekulare-chemie/news/leicht-und-bestaendig-polymer-im-leichtbau/>



**Tönjes, A.; Mölter, H.; Pastowski, A. & Witte, K. (2020):** Summary of Decarbonisation Case Studies, <https://static1.squarespace.com/static/59f0cb986957da5f4971e/t/5d23b2550832210001a02b65/1562620507471/D3.3+Summary+of+Decarbonisation+Case+Studies.pdf>

**Trang, L. T. (o. J.):** Zero Waste dreams in Hoi An, [https://www.no-burn.org/zerowastecitiesupdate\\_greenviet/](https://www.no-burn.org/zerowastecitiesupdate_greenviet/)

**Verband der Chemischen Industrie e.V. (2019):** Auf einen Blick: Chemische Industrie 2019, <https://www.vci.de/services/publikationen/broschueren-faltblaetter/chemische-industrie-auf-einen-blick.jsp>.

**Verbraucherzentrale (2020):** Gesetzliche Regeln: Wie Deutschland Einwegplastik verbannen will, <https://www.verbraucherzentrale.de/wissen/lebensmittel/lebensmittelproduktion/gesetzliche-regeln-wie-deutschland-ein-wegplastik-verbannen-will-7022>

**Wissenschaftsrat (2013):** Empfehlungen zur Entwicklung des dualen Studiums: Positionspapier, [https://www.wissenschaftsrat.de/download/archiv/3479-13.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=3](https://www.wissenschaftsrat.de/download/archiv/3479-13.pdf?__blob=publicationFile&v=3)

**Wiwo.de (2020):** Corona sorgt für deutlich mehr Plastikmüll, WirtschaftsWoche vom 09. Juni 2020, <https://www.wiwo.de/unternehmen/dienstleister/verpackungen-und-einweg-produkte-corona-sorgt-fuer-deutlich-mehr-plastikmuell/25896876.html>

**Zdf.de (2020):** Abfallaufkommen in der Krise: Mehr Plastik-Müll durch Corona, Zdf.de 08. August 2020, <https://www.zdf.de/nachrichten/panorama/coronavirus-plastikmuell-muellaufkommen-100.html>



**Stiftung Arbeit und Umwelt  
der Industriegewerkschaft Bergbau, Chemie, Energie**

Inselstraße 6  
10179 Berlin  
Telefon +49 30 2787 1325

Königsworther Platz 6  
30167 Hannover  
Telefon +49 511 7631 472

E-Mail: [arbeit-umwelt@igbce.de](mailto:arbeit-umwelt@igbce.de)  
Internet: [www.arbeit-umwelt.de](http://www.arbeit-umwelt.de)

