

# Kunststoff, Gummiwaren

Ausführliches Branchenbild aus dem Risikoobservatorium der DGUV

## 1 Hintergrund

Die Produktion von Kunststoffen und synthetischem Kautschuk (Gummi) in Primärform wird in der Klassifikation der Wirtschaftszweige (WZ 2008) durch das Statistische Bundesamt der chemischen Industrie zugerechnet [1]. Die kunststoffverarbeitende Industrie wird in der Klassifikation der Wirtschaftszweige als Herstellung von Kunststoffwaren bezeichnet. Auch Recyclingunternehmen sind Teil der Kunststoffindustrie [1]. Die kunststoffverarbeitende Industrie verarbeitet vorwiegend technische Kunststoffe wie Polyethylen (PE), Polypropylen (PP), Polyamid (PA), Polycarbonat (PC), Acrylnitril-Butadien-Styrol-Copolymer (ABS), Polyoxymethylen (POM) u. a. [2]. Daraus werden durch Spritzgießen, Tiefziehen, Blasformen, Folienblasen, Extrudieren usw. Halbzeuge und Fertigwaren hergestellt [1; 2]. Kunststoffe werden vor allem für die Herstellung von Verpackungen eingesetzt oder finden in der Bau-, Automobil- und Elektronikindustrie Verwendung. Auch die Möbelindustrie, die Agrarwirtschaft und Medizintechnik setzen verschiedene Kunststoffe ein [3].

Trotz vieler Bemühungen um Kunststoffvermeidung ist die Kunststoffverpackungsindustrie weiterhin auf Wachstumskurs, die oft negative Berichterstattung und die Diskussionen in den Medien zeigen derzeit nur geringe Auswirkungen auf den Markt. Auf Verbraucherseite sind zwar deutliche Tendenzen zu erkennen, Verpackungsmaterial, z. B. bei Lebensmitteln im Einzelhandel, zu vermeiden. Starke Zuwächse gibt es aber unter anderem bei PET-Flaschen und bei Verpackungsfolien [4]. Der Gesamtverband Kunststoffverarbeitende Industrie e. V.(GKV) sieht indes durch die Umwelt- und Nachhaltigkeitsdebatte über Kunststoffe die Branche immer stärker unter Druck und fürchtet nachteilige Effekte auf die Nachfrage, aber auch ein nachlassendes Interesse an Ausbildungen und Studiengängen im Kunststoffbereich. So sei der Standort Deutschland auf lange Sicht gefährdet [5]. Auch das Recycling von Kunststoffabfällen stellt die Kunststoffbranche vor Herausforderungen: Zur Umsetzung der EU-Richtlinie 2019/904 über die Verringerung der Auswirkungen bestimmter Kunststoffprodukte auf die Umwelt muss die kunststoffverarbeitende Industrie verstärkt Rezyklate einsetzen, d. h., Kunststoffabfälle so aufbereiten, dass sich daraus wieder hochwertige Ausgangsstoffe für die Produktion gewinnen lassen. Der Anteil der Rezyklate an der verarbeiteten Kunststoffmenge variiert allerdings je nach Einsatzgebiet.

Die gummi- oder kautschukverarbeitende Industrie bezeichnet die WZ 2008 als Herstellung von Gummiwaren. Bei Gummi handelt es sich um Elastomere, d. h. um Polymere, die durch Vulkanisation elastisch gemacht wurden. Der Gummisektor umfasst die Herstellung und Runderneuerung von Bereifungen sowie die Herstellung sonstiger Gummiwaren. Zu letzteren gehören unter anderem Absätze für Schuhe, Bodenbeläge und Regenschutzkleidung, aber auch Vorprodukte der Automobilherstellung wie Antriebsriemen oder Dichtungen [1]. Daneben ist die Branche eine wichtige Zulieferindustrie für die Elektrotechnik, den Maschinenbau und die Bauwirtschaft [6]. Die Branche zur Herstellung sonstiger Gummiwaren ist geprägt von einem starken internationalen Wettbewerb mit vielen umsatzstarken Anbietern aus Amerika und Asien. Zwei deutsche Unternehmen (Continental AG und Freudenberg Group) führen dabei das internationale Wettbewerbsfeld an [7].

Im Jahr 2018 erwirtschafteten alle Unternehmen in der Herstellung von Gummi- und Kunststoffwaren einen Umsatz von mehr als 83 Mrd. Euro. Davon entfielen knapp 59 Mrd. Euro auf die Produktion von Kunststoffen [3]. Im Jahr 2018 umfasste die Kunststoffindustrie 1729 Unternehmen [8]. Dort waren 291 354 Personen beschäftigt [9], davon etwa 53 100 in der Kunststoffherzeugung [10]. Der Arbeitgeberverband Kunststoff nennt für November 2019 folgende Zahlen in den größten Subbranchen (ohne Kleinbetriebe unter zehn Beschäftigte): Spritzgießen: 1 900 Betriebe mit ca. 190 000 Beschäftigten; Folienherstellung: 700 Betriebe mit ca. 77 000 Beschäftigten; Kunststoffrecycling: max. 200 Betriebe mit etwa 10 000 Beschäftigten; Thermoformen: 250 Betriebe mit etwa 17 500 Beschäftigten [2].

Insgesamt ist die kunststoffverarbeitende Industrie von kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) geprägt [1]. Im Jahr 2017 waren in den kleinen und mittleren Unternehmen zusammen 79,4 % der Beschäftigten des Sektors beschäftigt; davon stellten mittlere Unternehmen mit 50 bis 499 Beschäftigten 66,9 % der Arbeitsplätze [1]. Kleinbetriebe machen nach einer Expertenschätzung etwa 20 % der Betriebe aus [2]. Der Frauenanteil in der Kunststoffindustrie lag im Jahr 2019 bei 8 % [11]. Im Jahr 2017 übten in der Kunststoffverarbeitung 6,8 % der Beschäftigten hochqualifizierte Expertentätigkeiten aus. Der Anteil der Hilfskräfte, die einfache Routinearbeiten erledigen, lag bei 22,4 % [1].

In der Kautschukindustrie arbeiteten im Jahre 2018 rund 75 100 Menschen [12]. Davon waren etwa 19 000 in der Reifenherstellung und -runderneuerung beschäftigt. Der Fahrzeugbau ist der Hauptabnehmer der Gummiwaren herstellenden Industrie – rund 60 % des Gesamtumsatzes der Kautschukbranche werden im Rahmen der automobilen Wertschöpfungskette erwirtschaftet [13]. Alle Reifenhersteller sind Großunternehmen mit mehr als 500 Beschäftigten; der Nichtreifensektor ist überwiegend mittelständisch strukturiert [6]: 2018 arbeiteten rund 50 % der Beschäftigten in Betrieben in KMU mit weniger als 500 Arbeitsplätzen [7]. Die Frauenquote lag im selben Jahr in der Kautschukindustrie bei 19,4 %, der Anteil der ausländischen Kräfte bei 12,8 % [7]. Im Jahr 2017 übten in der gummiverarbeitenden Industrie 10 % der Beschäftigten in hochqualifizierte Expertentätigkeiten aus. Der Anteil der Hilfskräfte mit einfachen Routinearbeiten lag bei 14,9 % [1].

Im Jahr 2017 verzeichnete die Branche „Herstellung von Gummi- und Kunststoffwaren“ 11 640 meldepflichtige Arbeitsunfälle (96 % davon bei Männern) [7]. Die Kunststoffindustrie bildet traditionell innerhalb der Branchen der Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie (BG RCI) einen Schwerpunkt des Unfallgeschehens. Das Unfallaufkommen in der Kunststoffsparte ist fast dreimal so hoch wie in den übrigen Branchen der chemischen Industrie [14]. Die häufigsten Unfälle sind Schnittverletzungen, Unfälle im Bereich Stolpern – Rutschen – Stürzen und Verbrennungen, wobei Letztere meist keine meldepflichtigen Arbeitsunfälle sind. Bei den schweren Unfällen handelt es sich oft um Quetschungen beim Einrichten der Maschinen und bei der Störungsbeseitigung. Weitere Schwerpunkte für schwere Arbeitsunfälle sind bestimmte Maschinen wie Wickler in der Folienbe- und -verarbeitung sowie manipulierte Schutzeinrichtungen. Wenn Maschinen im Automatikbetrieb betrieben werden, sind trotz etwaiger Manipulationen nur wenige Unfälle zu verzeichnen [2].

Im Zeitraum von 2014 bis 2018 hat sich im Wirtschaftszweig „Herstellung von Gummi- und Kunststoffwaren“ in insgesamt 2442 Fällen der Verdacht auf eine Berufskrankheit bestätigt. Am häufigsten traten die folgenden Berufskrankheiten auf: Hautkrankheiten (BK-Nr. 5101) mit 1331 bestätigten Fällen, Lärm (BK-Nr. 2301) mit 587 bestätigten Fällen und Asbestose (BK-Nr. 4103) mit 154 bestätigten Fällen [15]. Angesichts langer Latenzzeiten lässt sich indes keine negative Entwicklung bzw. keine Häufung ableiten, da die Erkrankungen zu sehr unterschiedlichen Zeiten ausgelöst wurden, die teilweise Jahrzehnte zurückliegen.

Tabelle 1 zeigt, welche aktuellen Trends und Entwicklungen die Branche „Kunststoff, Gummiwaren“ hinsichtlich der Sicherheit und Gesundheit in der nahen Zukunft beeinflussen werden. Diese

Einschätzungen wurden im Rahmen des Risikoobservatoriums der DGUV erhoben und stammen von Aufsichtspersonen und anderen Präventionsfachleuten der gesetzlichen Unfallversicherung. Die einzelnen Entwicklungen werden im Folgenden detaillierter erläutert. Schwerpunkte sind die hohe Arbeitsbelastung, der Fachkräftemangel, die Digitalisierung und Recycling-Technologien.

Trotz der hohen Relevanz, die dem Thema „ungesunde Ernährung“ von den befragten Fachleuten zugemessen wurde, hat die Literaturrecherche keine spezifischen Erkenntnisse oder direkten Hinweise für die Branche ergeben. Man kann allerdings annehmen, dass die weitverbreitete Schichtarbeit in der Kunststoff- und Gummiindustrie einen wichtigen Einflussfaktor darstellt. Generell wird Schicht- und Nachtarbeit in einem engen Zusammenhang mit schlechter Ernährung und einem erhöhten Risiko für eine Reihe gesundheitlicher Beschwerden gesehen.

Im Text finden sich – je nach Ergebnis der Recherche – nicht immer zu allen Trends und Entwicklungen Informationen. Das betrifft sowohl die Kunststoff- als auch die Gummiindustrie.

Die Begriffe Gummiindustrie und Kautschukindustrie werden synonym verwendet.

Tabelle 1: Rangreihung der bedeutsamsten Entwicklungen im Hinblick auf den Arbeitsschutz der nahen Zukunft in der Branche „Chemische Industrie“ als Ergebnis der Befragungsstufe 2 des Risikoobservatoriums der DGUV<sup>1</sup> 2018

Rang	Entwicklung
1	Fachkräftemangel
2	Arbeitsverdichtung, längere Arbeitszeiten und Verantwortungsausweitung
3	Demografischer Wandel und unausgewogene Altersstruktur
4	Technologien zur Wiederverwertung von Rohstoffen (Recycling)
5	Kollaborierende Robotik und künstliche Intelligenz
6	Ungesunde Ernährung

## 2 Hohe Arbeitsbelastung

Eine Studie zur Einfacharbeit in der Gummi- und Kunststoffindustrie spricht bereits im Jahr 2012 von einer „Arbeitsintensivierung durch Mehrmaschinenbedienung und Qualitätssicherungsaufgaben“, die für die Beschäftigten eine erhöhte physische und psychische Belastung und Stress darstellen kann. [16]. Auch die Branchenanalyse Kautschukindustrie des Instituts für Wirtschaftspolitik an der Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover betont schon 2013 die gestiegene Arbeitsverdichtung und die erhöhte Arbeitsbelastung quer über alle Unternehmensbereiche. So ist, verschärft durch eine hohe Zahl älterer Beschäftigter, die Anzahl krankheitsbedingter Ausfälle und psychischer

---

<sup>1</sup> Es gibt zwei Befragungsstufen. Die Präventionsfachleute bewerten in Stufe 1 die Bedeutung von circa 40 Entwicklungen ihrer Branche auf einer Skala von 1 bis 9. Durch statistische Berechnungen (Bildung von Konfidenzintervallen um die Mittelwerte), die berücksichtigen, wie eng die Bewertungen einzelner Entwicklungen beieinanderliegen, werden die bedeutendsten Entwicklungen extrahiert. Ihre Anzahl kann je nach Branche (deutlich) variieren. In Stufe 2 bilden die Präventionsfachleute aus diesen wichtigsten Entwicklungen eine endgültige Rangreihe.

Erkrankungen gestiegen [17]. Aktuell scheinen sich diese Tendenzen – zumindest in einzelnen Sektoren – zu verschärfen: Laut Branchenmonitor Gummiwaren 2019 kommen viele Hersteller aufgrund der anhaltend hohen Nachfrage im Nichtreifensegment an ihre Kapazitätsgrenzen. Für die Beschäftigten kann das längere Arbeitszeiten und Arbeitsverdichtung zur Folge haben [7]. Zu den möglichen Folgen und Erkrankungen zählen u. a. Muskel- und Skelettbeschwerden, Ermüdungs- und Erschöpfungserscheinungen, Produktivitätsverlust, abnehmende Konzentrationsfähigkeit, steigende Fehleranfälligkeit, Unzufriedenheit und psychische Erkrankungen [18].

Im Zuge der Studie „Monitor Digitalisierung“ wurden im Jahr 2019 deutschlandweit Menschen in über 600 Betrieben verschiedener Industriebranchen der Industriegewerkschaft Bergbau, Chemie, Energie (IG BCE) befragt. Die Umfrage hat sowohl in der Kunststoff- als auch in der Kautschukbranche eine hohe quantitative Belastung der Beschäftigten (Zeitdruck, zu hohes Arbeitsaufkommen, Notwendigkeit von Multitasking) ergeben. Die Kautschukbranche liegt bezüglich des Arbeitsaufkommens sogar an der Spitze aller Branchen. Demgegenüber ist die qualitative Belastung (zu schwierige Aufgaben, zu geringe Qualifikation) in beiden Branchen geringer und liegt im Durchschnitt. Auch zeitliche Flexibilitätsanforderungen (stark schwankende tägliche Arbeitszeiten, fehlende Planbarkeit der Arbeitszeit, notwendige Erreichbarkeit in der Freizeit) und die Work-Life-Balance werden in beiden Branchen eher positiv eingeschätzt, in der Kautschukindustrie noch etwas besser als in der Kunststoffbranche [19].

Zentral für das Wohlbefinden von Beschäftigten ist unter anderem, wie sie das Verhältnis von persönlichen Ressourcen und alltäglichen Belastungen im Arbeitskontext bewerten. Liegt ein Ungleichgewicht vor, kann es den Betroffenen schwerfallen, nach der Arbeit abzuschalten. Eine insgesamt hohe quantitative Arbeitsbelastung scheint laut der Umfrage die Fähigkeit zur Erholung mehr zu beeinträchtigen als spezifische, mit der Digitalisierung verbundene Aspekte, wie die Zunahme komplexer, nicht zu bewältigender Aufgaben, eine steigende Überwachung und Kontrolle oder die Sorge, austauschbar zu sein. Sehen die Beschäftigten die Digitalisierung allerdings überwiegend als Bedrohung, so erleben sie sie eher als eine Belastung. Diese Fokussierung auf die negativen Folgen der Digitalisierung ihrer Arbeit beeinflusst auch die Einschätzung zur allgemeinen Arbeitsbelastung, außerdem sorgen sich die Beschäftigten dann mehr um ihre berufliche Zukunft [19].

Eine Studie zur Kunststoffverarbeitung 2014 stellt fest, dass auch die Reduktion des Fachpersonals in der Produktion – besonders bei Meisterinnen und Meistern – zur Arbeitsverdichtung beiträgt. Das verbleibende Personal auf Meisterebene hat eine erhöhte Arbeitsbelastung und delegiert Aufgaben und Verantwortung an Facharbeiterinnen und -arbeiter, die mit den an sie gestellten Ansprüchen überfordert sein können [20]. Auch außerhalb der Produktion werden oftmals Facharbeiterinnen und Facharbeiter als Führungskräfte in meisterähnlicher Funktion eingesetzt, in vielen Fällen ohne die entsprechende Qualifikation [2]. Während sich Mehrarbeit in der Regel negativ auf die Work-Life-Balance und damit auf Erholungsmöglichkeiten auswirkt, kann Überforderung zusätzlich Stress auslösen. Der Körper ist dann in einem chronischen Anspannungs- und Aktivierungszustand, der die Gesundheit gefährden kann. Häufig resultieren daraus beispielsweise Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Schlafstörungen oder Magen-Darm-Probleme. Fachleute bemängeln überdies, dass infolge der Personalausdünnung nicht mehr genügend Kapazitäten für die Wartung und Instandhaltung zur Verfügung stehen. Dies kann ein erhöhtes Sicherheitsrisiko darstellen und die Zahl der Unfälle erhöhen, etwa, wenn Schutzverkleidungen nach Umbau oder Wartung nicht wieder angebracht werden [2]. Zudem übt die Verringerung des Personals an den Produktionsmaschinen wie Kalandern und Extrudern einen erheblichen Druck auf die Beschäftigten aus, was sich laut Studie in einer hohen Krankheitsquote, erhöhten Ausfallzeiten und geringerer Motivation der Belegschaft niederschlägt [20].

Arbeits- bzw. Leistungsverdichtung infolge eines reduzierten Personaleinsatzes – sowohl durch einen Mangel an qualifiziertem Personal als auch aufgrund wirtschaftlicher Restriktionen – ist laut der Studie in vielen Unternehmen der Kunststoffverarbeitung schon seit Längerem quer über alle Unternehmensbereiche festzustellen. Dazu kommen spezifische Belastungsfaktoren durch die Schichtarbeit für Beschäftigte in der Produktion. In vielen Betrieben wird im Schichtbetrieb, teilweise im Zweischicht- oder Dreischicht-Betrieb (von Montag bis Freitag), seltener im vollkontinuierlichen (täglichen) Schichtbetrieb, produziert. Im Dreischicht-System findet teilweise auch Sonntagsarbeit statt, um kurzfristige Nachfragespitzen aufzufangen [20].

Schichtdienst bedeutet fast immer ein Arbeiten gegen die innere Uhr, was der Körper als Störung seines chronobiologischen Rhythmus empfindet. Besonders Nachtschichten sind ein erheblicher Stressor. Da sich der Organismus nur bedingt an die verschobenen Lebens- und Arbeitsabläufe anpassen kann, gerät er aus dem Takt. Für die Betroffenen stellt Schichtarbeit ein hohes Risiko für ihre Gesundheit dar. Mögliche Folgen können unter anderem sein: Müdigkeit, mangelnde Leistungsfähigkeit, Schlafstörungen, Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Depressionen und ein erhöhtes Unfallrisiko [21]. Schichtsysteme belasten älteres Personal noch deutlicher. Menschen, die viele Jahre in einem ungünstigen Schichtmodell gearbeitet haben, verfügen im Alter über weniger Ressourcen zur Erholung [22].

### **3 Demografischer Wandel und Fachkräftemangel**

In der Kunststoffverarbeitung besteht ein zunehmender Bedarf an qualifizierten Beschäftigten, da die Branche auch in Zukunft wachsen wird, z. B. durch eine steigende Nachfrage nach Verpackungsmitteln, die zunehmend mit Kunststoffmaterialien gedeckt wird, oder durch innovative Kunststoffanwendungen im Bereich des Flugzeugbaus, der erneuerbaren Energien, der Gebäudetechnik oder Elektronik (z. B. Polymerelektrolytbrennstoffzellen, Membranen für Lithiumzellen) [23]. Kritisch ist der hohe Personalbedarf besonders angesichts des demografischen Wandels und der Alterung der Beschäftigten: Bereits der Vergleich der Altersstrukturen der Jahre 2007 und 2012 zeigt eine klare Verschiebung in Richtung ältere Kohorten: Der Anteil der Altersgruppe 55+ erhöhte sich von 13,3 % auf 15,6 % [20]. Die Branchenanalyse „Kunststoffverarbeitung in Deutschland“ der IG BCE bezeichnet schon im Jahr 2014 den demografischen Wandel als spürbar bei der Besetzung von Ausbildungsplätzen. Auch spricht die Studie von deutlich sinkenden Bewerberzahlen für eine Ausbildung in der Kunststoffbranche sowie von wachsenden Defiziten in der Ausbildungseignung der Bewerberinnen und Bewerber [20]. Aktuell scheint der Mangel an Auszubildenden besonders im ländlichen Raum sogar noch deutlicher zu sein. Weiterhin spielt die demografische Entwicklung eine Rolle – zusammen mit der Tatsache, dass eine wachsende Zahl junger Menschen ein Studium präferiert. Viele Betriebe beklagen überdies, dass Bewerberinnen und Bewerber schlechte Schul- und Berufsschulabschlüsse haben und im Unternehmen intensiv gefördert werden müssen. Auch mangelnde Arbeitsmotivation scheint ein wachsendes Problem darzustellen [2].

Ebenso erhöht sich der Bedarf an qualifizierten Beschäftigten in der Kautschukindustrie, insbesondere infolge von steigenden Anforderungen – beispielsweise in den Bereichen Digitalisierung von Produkten und Prozessen sowie Zertifizierung. Diesen Bedarf zu decken, fällt vielen Unternehmen der Branche zunehmend schwer. Zahlreiche ausgeschriebene Stellen sind vakant, da die Unternehmen auf dem Arbeitsmarkt nicht genügend Bewerberinnen und Bewerber finden, die über die notwendigen Fachkenntnisse verfügen. 54,8 % der befragten Unternehmen des Sektors beklagen im Jahr 2019 einen Facharbeitermangel. Die Kautschukindustrie benötigt zwar nur sehr wenige ungelernete Hilfskräfte, angesichts der Situation auf dem deutschen Arbeitsmarkt werden aber zunehmend fachlich nicht qualifizierte Personen mit Fortbildungspotenzial eingestellt [24]. So erhöht sich das Risiko für Fehler, falsche Bedienung von Maschinen und Systemen und somit auch die Gefahr für Unfälle.



Eine geringe Zahl an Nachwuchskräften kann dem Fachkräftemangel Vorschub leisten. So ist die Anzahl der Auszubildenden in der Gummiindustrie bereits seit mehreren Jahren rückläufig (2016: 2 542 Auszubildende; 2017: 2 484 Auszubildende). Im Jahr 2018 beschäftigen die Kautschukhersteller 2 367 Auszubildende, davon 405 Frauen (17,1 %) [7]. Auch die Zahl der neuabgeschlossenen Ausbildungsverträge für den wichtigsten Ausbildungsberuf der Branche – Verfahrensmechanikerin oder -mechaniker für Kunststoff- und Kautschuktechnik – ist 2018 erneut zurückgegangen [11].

Da viele Tätigkeiten in der Produktion mit anstrengender körperlicher Arbeit einhergehen und auch Schichtsysteme eine hohe Belastung darstellen, sind Lösungen wichtig, die Schichtarbeitenden einen verträglichen Übergang in die Rente, z. B. durch Altersteilzeit, ermöglichen. Damit ältere Arbeitnehmer bis zum Renteneintrittsalter arbeiten können, sollten auch betriebliche Modelle zur individuellen Verteilung von Lebensarbeitszeit, eine alterns- und leistungsgerechte Arbeitsgestaltung und eine ganzheitliche aktivierende Gesundheitsstrategie in den Unternehmen weiterentwickelt und umgesetzt werden. Außerdem sollten die Bedürfnisse der Älteren bei der Gestaltung der Arbeitsplätze stärker berücksichtigt werden [20]. Mögliche Maßnahmen können folgende Punkte betreffen: Gleitzeit ohne Kernarbeitszeit, Teilzeit, Arbeitszeitkonten, Auszeiten, Telearbeit, flexible Pausenzeiten, mobiles Arbeiten, Jobsharing, Zusatzurlaub, altersgerechte Schichtplanung, Förderung der Gesundheitskompetenz. Die Einführung flexibler Arbeitszeitmodelle und Teilzeit sind infolge des Schichtbetriebs häufig schwierig umzusetzen, allerdings ermöglicht ein neuer Tarifvertrag älteren Beschäftigten eine Vier-Tage-Woche [7].

Auch der Förderung des Wissenstransfers zwischen Jung und Alt kommt für Betriebe eine besondere Bedeutung zu, ebenso wie spezifischen Fort- und Weiterbildungsmaßnahmen für alle Altersgruppen. Nicht zuletzt gelingt den Unternehmen durch eine hohe Quote an übernommenen Auszubildenden – zumindest für einen gewissen Zeitraum – eine verstärkte Fachkräftebindung und eine erhöhte Kontinuität bezüglich der unternehmensinternen Strukturen, Arbeitsabläufe und Sicherheitsaspekte. Gleichzeitig bedeutet die Betreuung einer hohen Zahl an Auszubildenden indes einen erhöhten Aufwand für die Beschäftigten und kann eine zusätzliche Belastung angesichts einer ohnehin erheblichen Arbeitsbelastung darstellen. Um schon junge Menschen für das Thema Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit zu sensibilisieren, scheint es sinnvoll, grundlegende Aspekte zu dieser Thematik in die Ausbildungen der Branche verpflichtend zu integrieren.

#### **4 Digitalisierung, künstliche Intelligenz, Robotik**

In der Verpackungsbranche und der Logistik der Kunststoffbranche ist der Einsatz künstlicher Intelligenz (KI) bereits allgegenwärtig. Zunehmend müssen Hersteller von Konsumgüterartikeln immer kleiner werdende Batchgrößen und häufig wechselnde Produktsortimente auf ihren Verpackungsmaschinen realisieren. So führen Formatwechsel an den Maschinen und die erforderliche Neuprogrammierung der Steuerung zu Produktionsunterbrechungen. Mit smarten Robotern lassen sich diese Unterbrechungen erheblich verkürzen. Die Roboter erkennen Muster und gleichen Verhalten ab, erfassen neue Produkte automatisch und passen den Verpackungsprozess entsprechend an. Hinter dieser Fähigkeit stehen Konzepte wie das Deep Learning auf Basis neuronaler Netze, die sich anhand von Mustern oder Bildern trainieren lassen [25]. Überdies können kollaborierende Roboter (COBOTs) in der Verpackungsindustrie Tätigkeiten wie Fördern, Palettieren, Depalettieren und Lagenbildern übernehmen. Diese Roboter arbeiten ohne trennende Schutzeinrichtungen mit Menschen zusammen und gestalten so die innerbetrieblichen Materialflüsse flexibler [24]. Der Einsatz von Robotik ist in der Kunststoff- und Gummibranche insgesamt bei Weitem noch nicht flächendeckend, wird aber als ausbaufähig angesehen – nicht zuletzt, um den Fachkräftemangel zu kompensieren [26].

Das Prinzip der Mustererkennung mit KI lässt sich ebenso auf die Vorhersage von Maschinenausfällen oder den Verschleiß von Maschinenteilen anwenden. Die vorausschauende Wartung nutzt

Sensor- und Maschinendaten, um Rückschlüsse auf die Leistung oder auf bevorstehende Ereignisse zu ermöglichen. Durch maschinelles Lernen lassen sich dabei normale Zustände und Abweichungen unterscheiden. Auf Grundlage der zahlreich gewonnenen Informationen können Probleme an einer Maschine erkannt und behoben werden, bevor Störungen zu Produktionsunterbrechungen führen [25]. Natürlich stellt der Einsatz von KI eine aufwändige, anspruchsvolle und kostenintensive Möglichkeit dar, die sich die Mehrzahl der kleineren Spritzgießbetriebe nicht leisten kann.

Mithilfe von KI lassen sich auch Qualitätseigenschaften vorhersagen und so Spritzgießprozesse effizient optimieren. Grundlage ist die Überwachung des Werkzeuginnendrucks bei laufender Produktion mittels Messtechnik, die auf neuronalen Netzwerken basiert und die Eigenschaften der gefertigten Formteile während des Prozesses berechnet [27]. Schließlich kann KI auch im Rahmen des Kunststoffrecyclings eingesetzt werden. Sensortechnologien mit integrierter künstlicher Intelligenz erkennen feinste molekulare Unterschiede zwischen den verschiedenen Kunststoffen im Sortierstrom. So lassen sich beispielsweise Polyethylenterephthalat (PET)-Schalen und PET-Flaschen, die in der chemischen Zusammensetzung nicht identisch sind, für das Recycling und die Herstellung gleichwertiger Produkte trennen [28].

Trotz der offensichtlich großen Vorteile und Chancen der Digitalisierung für die Branche erwachsen aus ihr hohe Anforderungen. Für Beschäftigte in der Entwicklung, aber auch in der Steuerung und Wartung von Anlagen können der Umgang mit neuen Technologien wie der KI und wachsende Anforderungen an IT-Kenntnisse eine psychische Herausforderung darstellen und Stress erzeugen. Kontinuierliche Qualifikation der Beschäftigten ist nötig, damit diese in der Lage sind, flexible und vernetzte Produktionsabläufe zu planen, zu simulieren oder die Qualitätssicherung durchzuführen.

Für Beschäftigte in der Produktion ist es wichtig, dass Mensch-Maschine-Schnittstellen ergonomisch gestaltet, Steuerungen möglichst intuitiv bedienbar und Anzeigen verständlich sind, um die Belastungen zu minimieren. Hier können Investitionen in technische Systeme und die Berücksichtigung ergonomischer Aspekte bereits in der Entwicklungs- und Designphase von Maschinen und Anlagen unterstützend wirken. Bei vorhandenen Systemen können bei Bedarf Nachrüstungen vorgenommen werden, um Zwangshaltungen und repetitive Tätigkeiten zu reduzieren. Besonders für kleine Unternehmen kann auch eine von Fachleuten erstellte Zusammenstellung konkreter ergonomischer Hilfen für verschiedene Produktions- bzw. Arbeitsbereiche hilfreich sein.

Schließlich sind anlagenspezifische Unterweisungen wichtig, um einerseits physische und psychische Belastungen zu reduzieren und andererseits die Sicherheit beim Umgang mit Maschinen zu erhöhen und Unfälle zu vermeiden. Es ist zu erwarten, dass künftig angesichts der Verbreitung der additiven Fertigungsverfahren (3D-Druck) auch die Anforderungen an die IT-Kenntnisse und Fähigkeiten der Beschäftigten in der Produktion weiter steigen, da die Produkte direkt aus der Datenverarbeitung entstehen und bisheriges Erfahrungswissen zu Materialien und deren Formung nicht mehr angewandt werden kann [29]. So wird auch der Bedarf an Schulungen und Fortbildungen im Produktionsbereich steigen. Durch Qualifizierungen lassen sich überdies Ängste um die berufliche Zukunft reduzieren.

Der Online-Kompetenzcheck des Verbands Deutscher Maschinen- und Anlagenbau (VDMA) – eine Befragung von 1 700 Studierenden und Beschäftigten aus dem Jahr 2019 zum Thema Industrie 4.0 – hat ergeben, dass es insgesamt große Lücken bei den Kenntnissen und Fähigkeiten in diesem Bereich gibt. Diese liegen vor allem in den Gebieten künstliche Intelligenz und Machine Learning sowie Augmented und Virtual Reality. Damit Beschäftigte durch die Digitalisierung und die neuen Technologien nicht überfordert werden und den entstehenden Ansprüchen gewachsen sind, müssen die Unternehmen Weiterbildungsmaßnahmen für die verschiedenen Berufsgruppen gestalten und ihre Beschäftigten anhalten, sich während ihres gesamten Berufslebens fortzubilden [30].

Insbesondere Systeme und Maschinen, die auf Verfahren der KI basieren, können die physische und psychische Belastung von Beschäftigten verändern. Um neue Gefährdungen auszuschließen oder zu vermindern, muss KI vertrauenswürdig sein (engl.: Trustworthy Artificial Intelligence). Der Begriff der Vertrauenswürdigkeit bedeutet mehr als nur Sicherheit. So muss das System oder die Anwendung stets korrekt funktionieren, Störungen oder Fehler dürfen die Funktionsfähigkeit nicht zum Erliegen bringen oder zu einem gefährlichen Zustand führen. Die Anlage muss widerstandsfähig gegen äußere Angriffe sein und sicher gegenüber Missbrauch und Fehlanwendungen durch Bedienpersonen. Zudem sollen Handlungen und Ergebnisse transparent und vorhersehbar sein und die Datensicherheit und den Schutz der Privatsphäre aller Beteiligten gewährleisten. Allerdings ist bisher noch weitgehend offen, wie genau sich diese Eigenschaften in KI-Systemen realisieren lassen.

Laut „Monitor Digitalisierung“, einer Beschäftigtenbefragung aus dem Jahr 2019, wird die Digitalisierung in der Kunststoff- und Kautschukbranche mehrheitlich positiv und weniger als Bedrohung gesehen. So liegt die Einschätzung der Unterstützung und Erleichterung durch digitale Systeme etwa im Durchschnitt aller Branchen, in der Kautschukindustrie sogar tendenziell höher. Auch die Überwachung und Austauschbarkeit durch digitale Systeme schätzen die Beschäftigten beider Branchen ambivalent ein, mit positiver Tendenz. Offensichtlich ist allerdings ein deutlicher Unterschied zwischen sogenannten White-Collar-Bereichen (Leitung und Planung, Verwaltung, Forschung und Entwicklung, IT) und Blue-Collar-Bereichen (Produktion, Technik, Labor, Serviceleistung): Beschäftigte in ersten Sektor waren häufiger mit den Herausforderungen der Digitalisierung konfrontiert als Beschäftigte in handwerklich-technischen Tätigkeiten und zeigten günstigere Werte bei der Bewältigung der neuen Anforderungen. Die weiterbildungsbezogenen Rahmenbedingungen bewerteten allerdings die Befragten insgesamt als stark ausbaufähig, vor allem Blue-Collar-Beschäftigte [19].

## 5 Recycling

Recycling-Kunststoffe sind ein wichtiger Rohstoff für neue Kunststoffprodukte. In Deutschland wurden im Jahr 2017 rund 21,8 Mio. Tonnen Kunststoff erzeugt, darunter waren 1,9 Mio. Tonnen Rezyklate [31]. Darunter fallen einerseits sortenrein gesammelte und aufbereitete Kunststoffe, d. h. meist technische Kunststoffe, die fast nur auf diese Weise wieder in hochwertige Anwendungen (Automotive etc.) fließen können. Bei diesen Rezyklaten sind strenge Vorgaben zur Qualitätssicherung einzuhalten und gegebenenfalls nur bestimmte Anteile in die Neuware einzumischen. Zum anderen gibt es „gemischte“ und verunreinigte Kunststoffabfälle, aus denen meist nur minderwertige Produkte hergestellt werden [2]. 12,3 % der verarbeiteten Kunststoffmenge wurden 2017 bereits durch Rezyklate gedeckt (Gesamtmenge 14,4 Mio. Tonnen, davon 1,8 Mio. Tonnen Rezyklate), im Fahrzeugbau oder im Elektro- und Elektronikbereich, verstärkt in der Landwirtschaft (ca. 35 %), im Baubereich (ca. 21 %) und bei Verpackungen (ca. 9 %).

Die Kunststoffabfallmenge betrug rund 6,2 Mio. Tonnen [31]. Mehr als 99 % der Kunststoffabfälle wurden verwertet: 2,87 Mio. t (46,7 %) stofflich – davon 45,9 % werkstofflich und 0,8 % rohstofflich – und 52,7 % energetisch. Die werkstoffliche Verwertung erreichte mit 2,8 Mio. t ihren bisher höchsten Wert. Hierzu trug vor allem das zunehmende Recycling aus Post-Consumer-Abfällen bei [31]. Viele Unternehmen versehen aus Marketinggründen ihre Produkte mit dem Zusatz „aus 100 % recyceltem Plastik“. Dabei handelt es sich allerdings meist nicht um aufbereitetes Altplastik aus dem Verbraucherbereich – aus gelben Säcken, gelben Tonnen oder von Sammelstellen der Wertstoffhöfe – sondern um Industriezyklate, die bei der Produktion anfallen. Verpackungsabfälle aus Haushalten sind oft verschmutzt und nicht sortenrein; es ist extrem aufwendig und teuer, sie zu reinigen. Staatliche Anreize oder auch gesetzliche Vorgaben könnten helfen, die bis dato finanziell unrentable Verwendung von Altplastik zu unterstützen [32; 33].



Bei der werkstofflichen Verwertung von Kunststoffen können an den Arbeitsplätzen gesundheitliche Gefährdungen auftreten – sowohl durch chemische Gefahrstoffe als auch durch Biostoffe. Neben einatembaren und alveolengängigen Stäuben ist die Freisetzung von Schwermetallen sowie organischen und anorganischen Gasen und Dämpfen als Zersetzungsprodukte von Kunststoffen möglich [34]. Der häufig verwendete technische Kunststoff POM kann als Zersetzungsprodukt krebserzeugendes Formaldehyd freisetzen – und so zum Beispiel beim Spritzgießen ohne weitere Schutzmaßnahmen ein potenzielles Risiko für die Beschäftigten darstellen. In diesen Fällen sind Messungen erforderlich und meist müssen zumindest mobile, eventuell auch stationäre Absaugungen eingesetzt werden [2]. Zum Abtransport der Endprodukte der Kunststoffverwertung kommen oft dieselbetriebene Gabelstapler zum Einsatz. Da diese in geschlossenen Arbeitsbereichen mit Partikelfiltern ausgerüstet sein müssen oder die Dieselabgase unmittelbar an der Entstehungsstelle abgesaugt werden [34], sind gesundheitliche Risiken diesbezüglich als eher gering einzuschätzen.

Bei der Verwertung von Kunststoffabfällen kommt es in vielen Fällen zum unbeabsichtigten Kontakt mit Biostoffen, d. h. Mikroorganismen. In Sortierwerken, die den sogenannten Grünen-Punkt-Abfall verwerten, finden sich ständig Verpackungen mit verschimmelten Lebensmittelresten, Sondermüll, Spritzen und sogar Tierkörper. Die Biostoffe werden in den Verwertungsprozess eingebracht und stellen insbesondere luftgetragen, als Schmierinfektion und in Folge von Schnitt- und Stichverletzungen eine Gefährdung für die Beschäftigten dar. An den Arbeitsplätzen der Kunststoffverwertung (z. B. Wertstoffsortieranlagen, Kunststoffaufbereitungsanlagen u. a.) können grundsätzlich Pilze, Bakterien und Viren auftreten. Die oftmals als persönliche Schutzausrüstung verwendeten Lederhandschuhe stellen gegen diese Belastung keinen geeigneten Schutz dar. Erfahrungsgemäß handelt es sich in den Recyclingbetrieben meist um Schimmelpilze und Aktinomyzeten der Risikogruppen 1 und 2, die Erkrankungen beim Menschen verursachen können. Präventive Maßnahmen sind normalerweise möglich, zumal mögliche toxische und sensibilisierende Wirkungen der Biostoffe bei der Gefährdungsbeurteilung zusätzlich zu berücksichtigen sind [34].

Aufgrund der überwiegend brennbaren Kunststoffe besteht in Verwertungsbetrieben auch eine Brandgefährdung. Die während der Verarbeitung freiwerdenden Stäube sind meist brennbar und als Staub-Luft-Gemisch unter bestimmten Verhältnissen explosionsfähig [34]. Für die Beschäftigten besteht auch bei längerfristigem Hautkontakt mit Stäuben nur eine geringe Gefährdung. Betroffen sind vor allem die Hände durch Kontakt mit kontaminierten Oberflächen. Während der Sortierung besteht darüber hinaus eine mechanische Gefährdung durch Schnitt- und Stichverletzungen [34].

Nach der Aufbereitung der Kunststoffabfälle beim werkstofflichen Recycling (sammeln, zerkleinern, reinigen, sortieren, trocknen, agglomerieren) werden – wie bei 1A-Waren – im Compoundierschritt die Materialeigenschaften gezielt eingestellt. Hierfür setzt man Zuschlagstoffe ein, die eine Verbesserung der Eigenschaften erzielen oder die Weiterverarbeitung erleichtern. So können beispielsweise optische Aufheller oder Farbstoffe zugemischt werden, um einen erwünschten Farbton des späteren Produktes zu erzielen. Das Mischen erfolgt in der Regel in kontinuierlichen Systemen, bei denen automatisch die Zuschlagstoffe zugegeben werden. In einigen Fällen werden auch (großtonnagige) Mischer mit den Kunststoffen und Zuschlagstoffen beaufschlagt und die Mischung nach Beendigung des Mischvorganges entnommen. Die Zugabe von Zuschlagstoffen erfolgt teilweise manuell aus Gebinden (z. B. Papiersäcken) [34].

Beim Mischen und Compoundieren wird der Arbeitsplatzgrenzwert für die einatembare Staubfraktion (E-Staub) nicht immer eingehalten. Die Grenzwertüberschreitungen beim Mischen wurden allerdings an einem großtonnagigen offenen Mischer festgestellt, der über keine Absaugung verfügte, sodass die verfahrensspezifischen Bedingungen nicht eingehalten wurden [34]. Diese besagen, dass an Einfüll- und Abfüllvorrichtungen die Fallhöhen zu minimieren und gegebenenfalls flexible Abdeckungen oder Umhüllungen anzubringen sind. An offenen Mischern und Anlagen, in denen

pulverförmige Zuschlagstoffe zugemischt werden, muss eine wirksame Absaugung installiert sein, um eine Staubentwicklung und Ausbreitung in den Arbeitsbereich hinein zu verhindern.

Da bei der Compoundierung von Kunststoffabfällen komplexe Gemische aus Polymeren, Füllstoffen und Additiven bei hohen Temperaturen und einem hohen Eintrag von Scherenergie in Extrudern aufbereitet werden, führt die Wechselwirkung der einzelnen Materialien häufig zu einer Gasentwicklung. Bei Recyclingmaterialien kommen Emissionen aufgrund von Migrationen, Druckfarben oder Fremdmaterialien hinzu. Weil bisher keine prozessbegleitende Emissionsmessung stattfindet, werden Menge und Zusammensetzung der Prozessemissionen nicht erfasst. Üblich sind lediglich jährlich stattfindende Referenzmessungen, auf deren Basis die Auswirkungen der tatsächlichen Emissionen auf die Gesundheit des Personals oftmals nur abgeschätzt werden können. Dies betrifft besonders Unternehmen mit häufig wechselnder Produktion, die Materialentwicklung und die Verarbeitung von Recyclingmaterialien. Ein Kooperationsprojekt (bis 31. Januar 2022) des Kunststoff-Zentrums SKZ und der Universität des Saarlandes will daher ein Messsystem zur einfachen, kontinuierlichen Überwachung der Prozessemissionen entwickeln. Dieses soll die Konzentration flüchtiger organischer Verbindungen (VOC, engl. volatile organic compounds) und insbesondere von Benzol messen. [35].

Das rohstoffliche oder chemische Recycling zielt, anders als das werkstoffliche oder mechanische Recycling, auf die Rückgewinnung der Bausteine des Werkstoffes ab. Chemisches Recycling verarbeitet Kunststoffabfälle zu Rohstoffen, aus denen sich neue, qualitativ hochwertige Kunststoffe, Chemikalien und Kraftstoffe herstellen lassen. Dies kommt insbesondere für diejenigen Fraktionen kunststoffhaltiger Abfälle in Betracht, die nicht für ein werkstoffliches Recycling zugänglich sind. Durch das Einwirken von Wärme (Pyrolyse), Katalysatoren (Hydrierung) und Lösungsmitteln (Solvolyse) werden dabei die Polymerketten in kürzere Einheiten bis hin zu Monomeren aufgespalten. Die dabei gewonnenen Kohlenwasserstoffe können dem Stoffkreislauf erneut zugeführt werden, um primäre Ressourcen zu ersetzen. Diese Technologien weisen eine hohe Toleranz gegenüber Störstoffen und Sortenunreinheiten auf und sind deshalb besonders attraktive Optionen für die Verwertung verunreinigter Verpackungsabfälle [36].

Chemisches Recycling umfasst eine Vielzahl verschiedener Technologien, die sich zum Teil in frühen Phasen der industriellen Entwicklung befinden oder für die es erste Prototypen gibt [37]. Die technische und wirtschaftliche Marktfähigkeit geeigneter Verfahren des chemischen Kunststoffrecyclings wird aufgrund anlagen- und prozesstechnischer Hürden jedoch voraussichtlich erst mittelfristig bis langfristig gegeben sein [38]. Daneben bleibt fraglich, ob angesichts günstiger Rohstoffpreise die Produkte aus der chemischen Umwandlung einen Absatzmarkt finden. Nicht zuletzt stehen dem chemischen Recycling regulatorische Grenzen entgegen, insbesondere hinsichtlich der Anerkennung als Recycling [39]. Auch die konkreten Gefahren und Risiken der möglichen Reaktorsysteme, Verfahren und Prozesswege für die Beschäftigten sind naturgemäß noch offen, müssen aber frühestmöglich untersucht werden bzw. in die Planung der Anlagen miteinbezogen werden.

In bestimmten Fällen ist es notwendig, bei Rezyklaten besondere Qualitäten herauszuarbeiten oder bestimmte Eigenschaften zu erhalten. Dafür kommen chemische Verfahren wie Pyrolyse oder Solvolyse oder spezielle mechanische Verfahren wie Feinmühlen zum Einsatz. Bei der Herstellung von sehr feinem Rezyklat sind in der Regel die gleichen Schutzmaßnahmen zu beachten, die für die Produktion von Nanomaterialpulver im Allgemeinen gelten. Bisher gibt es keine Hinweise darauf, dass Nanomaterialien aus recyceltem Material in relevanten Mengen an die Luft abgegeben werden und dabei eine besondere Gefährdung von ihnen ausgeht. Werden die empfohlenen Schutzmaßnahmen zur Reinhaltung der Luft, insbesondere die zehn goldenen Regeln zur Staubbekämpfung [40], beachtet, sehen Fachleute keine besondere Gefährdung durch Nanomaterialien beim Recycling [41].

In Zukunft ist davon auszugehen, dass aus Umweltschutzgründen und wegen eines wachsenden Bewusstseins für nachhaltiges Wirtschaften dem Recycling von Kunststoffen eine noch höhere Bedeutung zukommen wird: Bis 2025 sollen innerhalb der EU 50 % des verwendeten Kunststoffes werkstofflich recycelt werden. Das fordert die Verarbeitenden, denn je höher der Rezyklatanteil im Produkt, desto komplexer wird der Verarbeitungsprozess und desto höher sind die Ausschussraten. Auch ist es sehr wahrscheinlich, dass für viele Produkte bestimmte Rezyklatanteile vorgeschrieben werden [42]. So werden künftig auch neue Materialien und Additive entwickelt werden, um die Recyclingprozesse zu erleichtern. Dem Arbeitsschutz obliegt es, diese Entwicklungen zu verfolgen, um rechtzeitig etwaigen Risiken entgegenzuwirken.

Die Aufnahme immer weiterer Stoffe in den Anhang XIV der „Europäischen Chemikalienverordnung zur Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe“ (REACH-Verordnung) sowie die Änderung abfallrechtlicher Regelungen und die rechtskonforme werkstoffliche Verwertung steigender Abfallmengen aus dem Bereich des Endverbrauchs machen die Rahmenbedingungen komplexer und stellen hohe Anforderungen an Kunststoff-Recyclingunternehmen. In der Praxis führt dieser Konflikt aus immer höheren Quoten zur werkstofflichen Verwertung und immer stringenteren Anforderungen und Beschränkungen von Inhaltsstoffen zu einem hohen Leistungsdruck für die Unternehmen [43]. So erhöht sich auch die Arbeitsbelastung der Beschäftigten und die potenzielle Sorge, der Arbeit nicht gewachsen zu sein.

## **6 Ungesunde Ernährung**

Auch wenn die Literaturrecherche keine spezifischen Ergebnisse hinsichtlich einer ungesunden Ernährung in der Gummi- und Kunststoffindustrie ergeben hat, lässt sich voraussetzen, dass die befragten Fachleute diesem Thema aufgrund der branchentypischen Schichtarbeit eine hohe Bedeutung zuschreiben. Diese ist aufgrund der Kapitalintensität der eingesetzten Maschinen und Anlagen und wegen technischer Erfordernisse in der Mehrzahl der Unternehmen alternativlos: Beispielsweise dauert das Anfahren von Spritzgussmaschinen bis zum Erreichen der notwendigen Betriebstemperatur mehrere Stunden [16].

Die Ernährung der Beschäftigten ist durch Schichtarbeit fast immer in Mitleidenschaft gezogen, da die Betroffenen die übliche Mahlzeitentaktung tagsüber nicht beibehalten können und der Organismus am späten Abend und nachts nicht auf Nahrungsaufnahme eingestellt ist. Durch die wechselnden Arbeitszeiten wird das Essverhalten unregelmäßiger, die Verdauung verliert ihren zirkadianen Rhythmus und Magen-Darm-Beschwerden können die Folge sein. Schichtarbeit beeinflusst auch die Regulation von Hunger und Sättigung und damit die Auswahl der Lebensmittel. Bei vielen Nachtschichten geht laut Studien die Tendenz eher zu fettreicher und einseitiger Ernährung. Das kann zu Übergewicht und Stoffwechselerkrankungen wie Diabetes führen [21]. Zumindest für das Personal im Gesundheitsdienst scheint dies allerdings nicht zu gelten: Eine neue niederländische Studie hat die Häufigkeit und Qualität von Mahlzeiten und Snacks bei Schichtarbeitenden im Krankenhaus untersucht und konnte keine Unterschiede zu normaler Tagarbeit feststellen. Lediglich die Schichtarbeitenden unter 40 Jahren nahmen mehr (ungesunde) Snacks während der Nachtschichten zu sich [44]. Ob die Ergebnisse auch auf andere Branchen übertragbar sind, ist fraglich.

Schichtarbeit ist oft von Schlafproblemen begleitet. Leiden Schichtarbeitende dauerhaft unter Schlafmangel, schüttet der Organismus ein Viertel mehr des hungerauslösenden Hormons Ghrelin aus und spart einen Teil des Sättigungsmelders Leptin ein. Zu wenig Schlaf steigert auf diese Weise den Hunger am nächsten Tag merklich – vor allem auf hochkalorische Lebensmittel, Kohlenhydrate wie Nudeln, Kuchen oder Süßigkeiten. So kann auf längere Sicht Übergewicht gefördert werden [21]. Auch können sich Schichtarbeit und eine unausgewogene Ernährung negativ auf die Leistungsfähigkeit und Konzentration der Beschäftigten auswirken und Unfällen Vorschub leisten. Besonders

gilt dies für ältere Beschäftigte, denn ab dem 50. Lebensalter lässt die Regenerationsfähigkeit im Durchschnitt nach [45].

Besonders kritisch ist die Ernährung bei der Nachtschicht, die das Ernährungsverhalten durch körperliche und soziale Faktoren verändern kann. Beispielsweise, wenn Schichtarbeitende trotz verändertem Schlafrhythmus gemeinsam mit der Familie essen möchten oder wenn durch Stress und fehlenden Hunger Mahlzeiten ausgelassen werden [46]. Wenn der Tagesablauf nicht zum Zeitplan der Familie passt, nehmen die Betroffenen ihre Mahlzeiten alleine ein. So steigt das Risiko, dass Betroffene auf eher ungesunde Fertigprodukte oder Snacks zurückgreifen und auf selbstgekochte und vollwertige Mahlzeiten verzichten. Eine Studie zeigte, dass Menschen, die zwei oder mehr Mahlzeiten am Tag alleine essen, häufiger übergewichtig sind als Menschen, die fast immer in Gesellschaft essen. Bei den Männern war dieser Befund weitaus stärker ausgeprägt als bei den Frauen [47]. Nicht zuletzt kann die Verfügbarkeit von Nahrungsmitteln in der Nacht üblicherweise eingeschränkt sein, etwa, wenn Kantinen oder Restaurants geschlossen sind.

Schließlich ist die Branche – im Gegensatz zur chemischen Industrie bzw. chemischen Laboratorien – stark männerdominiert. Während Frauen meist mehr Wert auf eine vollwertige Ernährung und einen höheren Verzehr von Obst und Gemüse legen, ist bei Männern ein merklich höherer Konsum von Fleisch, Alkohol und gesüßten Getränken sowie eine Neigung zu schwerer, energiereicher Kost zu verzeichnen [48; 49]. Auch die Gesundheitskompetenz insgesamt ist nach Ansicht von Fachleuten bei Männern im Allgemeinen weniger ausgeprägt. Unternehmen können für ein gesundheitsbewussteres Arbeiten sensibilisieren, indem sie Kurse (z. B. Stressbewältigung, Entspannungstechniken) oder Gesundheitstage zu speziellen Ernährungsthemen anbieten.

Beschäftigte in der Gummiindustrie haben ein erhöhtes Risiko, eine Latexallergie zu entwickeln. Da verschiedene Pflanzen Proteine enthalten, die ähnlich aufgebaut sind wie Latexproteine, kann eine Kreuzallergie zu verschiedenen Nahrungsmitteln entstehen. Diese beschränkt sich allerdings auf rohe Nahrungsmittel, denn beim Erhitzen werden die Strukturen der Allergene zerstört. Wenn von einer Kreuzallergie Betroffene diese Nahrungsmittel weglassen, ist eine gesunde Ernährung natürlich weiterhin möglich, allerdings in ihrer Vielfalt teilweise eingeschränkt. Denkbar ist überdies, dass Allergikerinnen und Allergiker unbegründete Ängste entwickeln und ihre Nahrungsmittelauswahl unnötig stark beschränken.

## **7 Fazit**

Durch neue Trends und Entwicklungen, insbesondere im Zusammenhang mit der sich intensivierenden Debatte um Nachhaltigkeit und den Möglichkeiten der Digitalisierung, steigen die Anforderungen an die Unternehmen. Ein Resultat ist eine hohe quantitative Belastung der Beschäftigten – sowohl in der Kunststoff- als auch in der Kautschukbranche. Hinzu kommen spezifische Belastungsfaktoren durch Schichtarbeit für Beschäftigte in der Produktion. Arbeits- bzw. Leistungsverdichtung können auch die Folge eines reduzierten Personaleinsatzes sein – verursacht durch wirtschaftliche Faktoren oder den wachsenden Fachkräftemangel.

Die Suche nach Auszubildenden gestaltet sich für die Unternehmen der Branche angesichts des demografischen Wandels und sinkender Schulabsolventenzahlen immer schwieriger. Auch Ingenieurinnen und Ingenieure sowie qualifizierte Facharbeiterinnen und -arbeiter werden dringend gesucht. Aufgrund der Verschiebung der Altersstruktur in Richtung ältere Kohorten wird sich die Situation absehbar verschärfen. So steigt die Belastung für das verbleibende Personal, gleichzeitig müssen Unternehmen den Wissenstransfer, die dauerhafte Bindung von Fachkräften und die Kontinuität von Sicherheit und Gesundheit der Stammebelegschaften sicherstellen.

In der Kunststoff- und Gummiindustrie hat bereits ein deutlicher Trend hin zu Technisierung und Automatisierung stattgefunden, der weiter fortgeführt und verfeinert wird. Dadurch werden körperlich schwere Arbeit und das Unfallrisiko reduziert, gleichzeitig wandeln sich die Arbeitsanforderungen und die meisten Tätigkeiten gewinnen an Komplexität. In der Verpackungsbranche und der Logistik der Kunststoffbranche ist die Anwendung künstlicher Intelligenz (KI) bereits weit verbreitet, ebenso bei der Anlagenwartung und im Recycling. Wenngleich kollaborierende Roboter in der Verpackungsindustrie bereits verwendet werden, ist der Einsatz von Robotik in der Kunststoff- und Gummiindustrie insgesamt bei Weitem noch nicht flächendeckend. Er wird als ausbaufähig angesehen, nicht zuletzt, um dem Fachkräftemangel zu begegnen.

Der Umgang mit neuen Technologien kann für Beschäftigte eine psychische Herausforderung darstellen, zumal einer Studie zufolge gravierende Lücken bei Fähigkeiten und Kenntnissen im Zusammenhang mit dem Thema Industrie 4.0. bestehen. Der Umgang mit digitalen Technologien ist besonders für gering Qualifizierte und ältere Beschäftigte, die Schwierigkeiten mit neuen Entwicklungen haben, eine Herausforderung. Auch können neue Technologien, die von den Beschäftigten als Bedrohung wahrgenommen werden, Ängste um die berufliche Zukunft hervorrufen. Damit insbesondere die Beschäftigten in der Produktion nicht überfordert werden, sind kontinuierliche Qualifizierungs- und Weiterbildungsmaßnahmen sowie Unterweisungen für neue komplexe Maschinen und Anlagen erforderlich.

Recycling ist angesichts der intensiven aktuellen Diskussionen über Umweltschutz und Nachhaltigkeit ein wichtiges Thema, dessen Bedeutung angesichts des wachsenden öffentlichen Drucks auf die Kunststoffbranche und strikterer Gesetzgebung in Zukunft noch zunehmen wird. Vor allem die Art der Trennung und Aufbereitung von Materialien schafft primär gesundheitliche Risiken, während Sicherheitsaspekte eine eher geringere Rolle spielen. Das chemische Recycling umfasst eine Vielzahl unterschiedlicher Prozesse, die allerdings noch weit von der Marktreife entfernt und deren Risiken für die Beschäftigten noch ungeklärt sind.

Die in der Branche verbreitete Schichtarbeit kann sich ungünstig auf eine gesunde Ernährung auswirken. Beide Faktoren können die Leistungsfähigkeit und Konzentration der Beschäftigten verschlechtern. Männer zeigen häufig einen nachlässigeren Umgang mit dem Thema ausgewogene Ernährung als Frauen. Dies fällt in der männerdominierten Kunststoff- und Gummibranche besonders ins Gewicht.

## Literatur

- [1] Die beschäftigungspolitischen Implikationen des Automobilsektors für die chemische, die gummi- und kunststoffverarbeitende Industrie. Hrsg.: Stiftung Arbeit und Umwelt der IG BCE, Berlin 2019  
[https://www.arbeit-umwelt.de/wp-content/uploads/20191009-StAuU\\_CGK-Sektoren-Fraunhofer\\_Web.pdf](https://www.arbeit-umwelt.de/wp-content/uploads/20191009-StAuU_CGK-Sektoren-Fraunhofer_Web.pdf) (abgerufen am 21.1.2020)
- [2] *Persönliche Mitteilung: Branche Kunststoff, Gummiwaren.* Kockskämper, O. (2020)
- [3] Hohmann, M.: Statistiken zur Kunststoffindustrie in Deutschland. Hrsg.: Statista GmbH, Hamburg 2019  
<https://de.statista.com/themen/3094/kunststoffindustrie-in-deutschland/> (abgerufen am 6.1.2020)



- [4] Plastikvermeidung floppt - Mehr Kunststoff in Deutschland. Hrsg.: Zweites Deutsches Fernsehen, Mainz 2018  
<https://www.zdf.de/nachrichten/heute/plastikvermeidung-floppt-mehr-kunststoff-in-deutschland-100.html> (abgerufen am 14.4.2020)
- [5] Auswirkungen der Umweltdebatte. Hrsg.: Hüthig GmbH, Heidelberg 2020  
<https://www.plastverarbeiter.de/trendbarometer/auswirkungen-der-umweltdebatte/> (abgerufen am 14.4.2020)
- [6] Gummi und Kautschuk. Hrsg.: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Berlin 2020  
<https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Artikel/Branchenfokus/Industrie/branchenfokus-gummi-und-kautschuk.html> (abgerufen am 9.1.2020)
- [7] Emons, O.; Steinhaus, H.: Branchenmonitor Gummiwaren. Hrsg.: Hans-Böckler-Stiftung, Düsseldorf 2019  
<https://www.mitbestimmung.de/html/kautschuk-zwischen-hochkonjunktur-und-12847.html> (abgerufen am 26.2.2020)
- [8] Anzahl der Unternehmen in der deutschen Kunststoffindustrie nach Sektoren im Jahr 2018. Hrsg.: Statista GmbH, Hamburg 2020  
<https://de.statista.com/statistik/daten/studie/200619/umfrage/anzahl-der-unternehmen-in-der-deutschen-kunststoffindustrie-nach-branchensektoren/> (abgerufen am 7.1.2020)
- [9] Anzahl der Beschäftigten in der deutschen Kunststoffindustrie nach Sektoren im Jahr 2018. Hrsg.: Statista GmbH, Hamburg 2020  
<https://de.statista.com/statistik/daten/studie/200621/umfrage/anzahl-der-beschaeftigten-in-der-deutschen-kunststoffindustrie-nach-branchensektoren/> (abgerufen am 7.1.2020)
- [10] Anzahl der Beschäftigten in der Kunststoffherzeugung in Deutschland in den Jahren 2006 bis 2018. Hrsg.: Statista GmbH, Hamburg 2020  
<https://de.statista.com/statistik/daten/studie/167079/umfrage/beschaeftigte-in-der-deutschen-kunststoffherzeugung-seit-2006/> (abgerufen am 7.1.2020)
- [11] Fachkräftemangel spitzt sich weiter zu. Hrsg.: Hüthig GmbH, Heidelberg 2019  
<https://www.plastverarbeiter.de/84584/fachkraeftemangel-spitzt-sich-weiter-zu/> (abgerufen am 14.1.2020)
- [12] Anzahl der Beschäftigten in der deutschen Kautschukindustrie in den Jahren von 2005 bis 2018. Hrsg.: Statista GmbH, Hamburg 2020  
<https://de.statista.com/statistik/daten/studie/182303/umfrage/deutsche-kautschukindustrie-beschaeftigtenanzahl-seit-2005/> (abgerufen am 9.1.2020)
- [13] EU und Schwellenländer sind die Wachstumsmärkte. Hrsg.: IG BCE Industriegewerkschaft Bergbau, Chemie, Energie, Hannover 2019  
<https://igbce.de/igbce/nichts-bewegt-sich-ohne-gummi-28508> (abgerufen am 9.1.2020)
- [14] Buchwald, J.: Systematischer Arbeitsschutz auch in der Kunststoffindustrie. Hrsg.: Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie (BG RCI), Heidelberg 2017  
[https://www.bgrci.de/fileadmin/user\\_upload/BG\\_RCI\\_magazin\\_3-4\\_17\\_web.pdf](https://www.bgrci.de/fileadmin/user_upload/BG_RCI_magazin_3-4_17_web.pdf) (abgerufen am 27.2.2020)
- [15] *Persönliche Mitteilung: Berufskrankheiten in der „Roh- und Baustoffindustrie“.* Schneider, S., 16.4.2020 (2020)

- [16] Abel, J.; Ittermann, P.; Hirsch-Kreinsen, H.: Einfacharbeit in der Gummi- und Kunststoffindustrie. Hrsg.: Hirsch-Kreinsen, H.; Weyer, J., Dortmund 2012  
[https://www.einfacharbeit.de/fileadmin/einfacharbeit/pdf/Arbeitspapier\\_Nr\\_30\\_\\_Gummi.pdf](https://www.einfacharbeit.de/fileadmin/einfacharbeit/pdf/Arbeitspapier_Nr_30__Gummi.pdf)  
(abgerufen am 4.12.2019)
- [17] Die Kautschukindustrie – Branchenanalyse. Hrsg.: Institut für Wirtschaftspolitik – Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover, Hannover 2013  
[https://www.wipol.uni-hannover.de/fileadmin/wipol/publications/Branchenanalyse\\_2013\\_\\_Kautschukindustrie.pdf](https://www.wipol.uni-hannover.de/fileadmin/wipol/publications/Branchenanalyse_2013__Kautschukindustrie.pdf) (abgerufen am 13.1.2020)
- [18] Zusammenstellung von Verfahren zur Ermittlung von neuen Formen der Arbeitsverdichtung und ihren Folgen sowie von Maßnahmen zur Prävention. Hrsg.: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e.V. (DGUV), Berlin 2018  
[https://www.dguv.de/medien/inhalt/forschung/forschungsfoerderung/bekanntmachung\\_fp428\\_\\_arbeitsverdichtung.pdf](https://www.dguv.de/medien/inhalt/forschung/forschungsfoerderung/bekanntmachung_fp428__arbeitsverdichtung.pdf) (abgerufen am 9.4.2020)
- [19] Härtwig, C.; Borgnäs, K.; Tuleweit, S.; Lenski, A. N., C.: Beschäftigtenbefragung „Monitor Digitalisierung“: Entwicklungen der Arbeitsqualität in zwölf Industriebranchen. Hrsg.: Stiftung Arbeit und Umwelt der IG BCE, Berlin 2019  
[https://www.monitor-digitalisierung.de/files/MonitorDigitalisierung\\_Bericht2019\\_H%C3%A4rtwig-et-al.pdf](https://www.monitor-digitalisierung.de/files/MonitorDigitalisierung_Bericht2019_H%C3%A4rtwig-et-al.pdf) (abgerufen am 17.1.2020)
- [20] Kunststoffverarbeitung in Deutschland – Eine Branchenanalyse. Hrsg.: Industriegewerkschaft Bergbau, Chemie, Energie, Hannover 2014  
<https://2019.igbce.de/vanity/renderDownloadLink/8222/71002> (abgerufen am 6.2.2020)
- [21] Kamensky, J.: Essen und Trinken bei Schichtarbeit. Hrsg.: Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz, München 2019  
[https://www.vis.bayern.de/ernaehrung/ernaehrung/ernaehrung\\_gruppen/ernaehrung\\_schichtarbeit.htm](https://www.vis.bayern.de/ernaehrung/ernaehrung/ernaehrung_gruppen/ernaehrung_schichtarbeit.htm) (abgerufen am 25.2.2020)
- [22] Arbeitszeit und alternde Beschäftigte. Hrsg.: RKW Hessen GmbH, Kelsterbach 2020  
<https://www.arbeitszeit-klug-gestalten.de/alles-zu-arbeitszeitgestaltung/arbeitszeit-in-lebenslagen/arbeitszeit-und-alter/> (abgerufen am 25.3.2020)
- [23] Kunststoffverarbeitende Industrie – Von Haushalt bis Hightech. Hrsg.: IG BCE Industriegewerkschaft Bergbau, Chemie, Energie, Hannover 2020  
<https://2019.igbce.de/arbeit/branchen/kunststoff/kunststoff/8960> (abgerufen am 9.4.2020)
- [24] Die Kautschukindustrie 2018/2019 Hrsg.: wdk Wirtschaftsverband der deutschen Kautschukindustrie e.V., Frankfurt 2020  
<https://www.wdk.de/kautschukindustrie-unterseite-von-konjunktur> (abgerufen am 13.1.2020)
- [25] Lernende Maschine: Künstliche Intelligenz für Verpackungsaufgaben auf dem Vormarsch. Hrsg.: Tropol Media GmbH, Eschborn 2019  
<https://www.kunststoffindustrie-online.de/fachpack-2019/lernende-maschine-kuenstliche-intelligenz-fuer-verpackungsaufgaben-auf-dem-vormarsch> (abgerufen am 27.1.2020)
- [26] *Persönliche Mitteilung: Trends in der Branche Kunststoffe und Gummiwaren.* Pichl, W. (2019)

- [27] Künstliche Intelligenz und Miniatur-Sensoren reduzieren Ausschuss beim Spritzguss. Hrsg.: Tropal Media GmbH, Eschborn 2020  
<https://www.kunststoffindustrie-online.de/produktion/kuenstliche-intelligenz-und-miniatur-sensoren-reduzieren-ausschuss-beim-spritzguss> (abgerufen am 27.1.2020)
- [28] Neue Sharp Eye-Technologie trennt Einschicht-PET-Schalen und PET-Flaschen. Hrsg.: bvse-Bundesverband Sekundärrohstoffe und Entsorgung e.V., Bonn 2018  
<https://www.bvse.de/gut-informiert-kunststoffrecycling/nachrichten-recycling/3024-neue-sharp-eye-technologie-trennt-einschicht-pet-schalen-und-pet-flaschen.html> (abgerufen am 9.3.2020)
- [29] Stieler, S.: Digitalisierung in der Kunststoff-verarbeitenden Industrie. Hrsg.: IMU Institut GmbH, Stuttgart 2015  
<http://www.imu-institut.de/data/publication/igitalisierung-in-der-kunststoffverarbeitenden-industrie> (abgerufen am 29.1.2020)
- [30] VDMA: Qualifizierungsbedarf für Industrie 4.0 ist immer noch groß. Hrsg.: Tropal Media GmbH, Eschborn 2020  
<https://www.kunststoffindustrie-online.de/branchennews/vdma-qualifizierungsbedarf-fuer-industrie-40-ist-immer-noch-gross> (abgerufen am 12.3.2020)
- [31] Stoffstrombild Kunststoffe in Deutschland 2017. Hrsg.: BKV GmbH, Frankfurt 2018  
[https://www.bkv-gmbh.de/fileadmin/documents/Studien/Kurzfassung\\_Stoffstrombild\\_2017\\_190918.pdf](https://www.bkv-gmbh.de/fileadmin/documents/Studien/Kurzfassung_Stoffstrombild_2017_190918.pdf) (abgerufen am 3.2.2020)
- [32] Hergestellt aus 100 % Altplastik – Was bedeutet das? Hrsg.: Bayerischer Rundfunk, München 2019  
<https://www.br.de/radio/bayern1/inhalt/experten-tipps/umweltkommissar/plastik-recycling-104.html> (abgerufen am 14.4.2020)
- [33] Deutsche Umwelthilfe warnt vor Verbrauchertäuschung mit Recyclingmaterial aus Produktionsabfällen. Hrsg.: Deutsche Umwelthilfe e.V., Radolfzell 2019  
<https://www.duh.de/presse/pressemitteilungen/pressemitteilung/deutsche-umwelthilfe-warnt-vor-verbrauchertaeuschung-mit-recyclingmaterial-aus-produktionsabfaellen/> (abgerufen am 14.4.2020)
- [34] Kunststoffverwertung – Tätigkeiten mit Gefahrstoffen und biologischen Arbeitsstoffen bei der werkstofflichen Verwertung von Kunststoffen. Hrsg.: LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz, Karlsruhe 2010  
[https://rp-giessen.hessen.de/sites/rp-giessen.hessen.de/files/content-downloads/Handlungsanleitung\\_Kunststoffverwertung\\_0.pdf](https://rp-giessen.hessen.de/sites/rp-giessen.hessen.de/files/content-downloads/Handlungsanleitung_Kunststoffverwertung_0.pdf) (abgerufen am 21.2.2020)
- [35] Kontinuierliche Emissionsmessung am Extruder erhöht die Arbeitssicherheit. Hrsg.: MSV Mediaservice & Verlag GmbH, Alling 2020  
<https://recyclingportal.eu/Archive/54253> (abgerufen am 25.2.2020)
- [36] Lechleitner, A.; Schwabl, D.; Schubert, T.; Bauer, M.; Lehner, M.: Chemisches Recycling von gemischten Kunststoffabfällen als ergänzender Recyclingpfad zur Erhöhung der Recyclingquote. Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft 72 (2020) Nr. 1, S. 47-60  
<https://doi.org/10.1007/s00506-019-00628-w>

- [37] EuRIC veröffentlicht Position zum Chemikalienrecycling. Hrsg.: bvse-Bundesverband Sekundärrohstoffe und Entsorgung e.V., Bonn 2019  
<https://www.bvse.de/gut-informiert-kunststoffrecycling/nachrichten-recycling/5115-euric-veroeffentlicht-position-zum-chemikalienrecycling.html> (abgerufen am 14.4.2020)
- [38] Zukunftsforum: IG BCE und GKV sehen Chancen im chemischen Kunststoffrecycling. Hrsg.: Tropol Media GmbH, Eschborn 2019  
<https://www.kunststoffindustrie-online.de/branchennews/zukunftsforum-ig-bce-und-gkv-sehen-chancen-im-chemischen-kunststoffrecycling> (abgerufen am 30.1.2020)
- [39] Chemisches Recycling – ein Lösungsweg für das Recycling von Mischkunststoffen? . Hrsg.: MSV Mediaservice & Verlag GmbH, Alling/Biburg 2019  
<https://eu-recycling.com/Archive/25138> (abgerufen am 14.4.2020)
- [40] 10 goldene Regeln zur Staubbekämpfung. Hrsg.: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e.V. (DGUV), Berlin 2020  
<https://www.dguv.de/staub-info/zehn-goldene-regeln/index.jsp> (abgerufen am 9.3.2020)
- [41] Schumacher, C.: Neues Nanorama zum Kunststoff-Recycling in Vorbereitung. Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft 78 (2018) Nr. 10, S. 421-422  
[https://www.dguv.de/medien/ifa/de/pub/grl/pdf/2018\\_108.pdf](https://www.dguv.de/medien/ifa/de/pub/grl/pdf/2018_108.pdf)
- [42] Nachbericht vom 3. Internationalen Recyclingforum 2019 in Wiesbaden. Hrsg.: Tropol Media GmbH, Eschborn 2020  
<https://www.kunststoffindustrie-online.de/branchennews/nachbericht-vom-3-internationalen-recyclingforum-2019-in-wiesbaden> (abgerufen am 30.1.2020)
- [43] Trends der Kunststoffverarbeitung. Hrsg.: GKV/TecPart – Verband Technische Kunststoff-Produkte e.V., Frankfurt 2016  
[http://www.tecpart.de/images/tecpart/TrendsDerKunststoffverarbeitung/2016\\_Ausgaben/trends\\_der\\_kunststoffverarbeitung\\_03.pdf](http://www.tecpart.de/images/tecpart/TrendsDerKunststoffverarbeitung/2016_Ausgaben/trends_der_kunststoffverarbeitung_03.pdf) (abgerufen am 5.3.2020)
- [44] Hulsegge, G.; Loef, B.; Benda, T.; van der Beek, A. I.; Proper, K. I.: Shift work and its relation with meal and snack patterns among healthcare workers. Hrsg.: National Center for Biotechnology Information, U.S. National Library of Medicine Bethesda, MD 20894, USA 2020  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31046127> (abgerufen am 2.3.2020)
- [45] Knabe, A.: Schichtarbeit und Gesundheit – Gesunde Schichtarbeit fördern. Hrsg.: UBGM – Unternehmensberatung für Betriebliches Gesundheitsmanagement, Berlin 2020  
<https://www.gesundheitsmanagement24.de/praxisleitfaeden-checklisten/schichtarbeit-und-gesundheit/#schicht7> (abgerufen am 30.3.2020)
- [46] Leitzen, S.: Ernährung bei Schichtarbeit. Hrsg.: Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE), Bonn 2020  
<https://www.in-form.de/wissen/ernaehrung-bei-schichtarbeit/> (abgerufen am 28.2.2020)
- [47] Kwon, A.; Yoon, Y.; Min, K.; Lee, Y.; Jeon, J.: Eating alone and metabolic syndrome: A population-based Korean National Health and Nutrition Examination Survey 2013-2014. Hrsg.: National Center for Biotechnology Information, U.S. National Library of Medicine Bethesda, MD 20894, USA 2017  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29066025> (abgerufen am 30.3.2020)

- [48] Essen: Typisch männlich – Interview mit der Ernährungssoziologin Monika Setzwein. Hrsg.: Verband für Unabhängige Gesundheitsberatung e. V. , Wettenberg 2001  
<https://www.ugb.de/vollwert-ernaehrung/essen-typisch-maennlich-interview-mit-ernaehrungssoziologin-monika-setzwein/> (abgerufen am 30.3.2020)
- [49] Irmer, J.: Warum Männer gerne Fleisch essen und Frauen lieber Salat. Hrsg.: Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH, Heidelberg 2017  
<https://www.spektrum.de/news/evolution-oder-rollenklischee-maenner-ernaehren-sich-anders-als-frauen/1440286> (abgerufen am 30.3.2020)

**Autorinnen:**

Dr. Ruth Klüser und Ina Neitzner

Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA), Sankt Augustin