

# Prospektiven

Neues zur zirkulären Wertschöpfung

Circular Economy News

2024 | 01



## Branchenanalyse des verarbeitenden Gewerbes in der Emscher-Lippe-Region

Carina Hermandi, Janne Rosenbaum und  
Ivonne Caballero Echeverría

## Autor:innen

Carina Hermandi, Hochschule Ruhr West, carina.hermandi@hs-ruhrwest.de  
Janne Rosenbaum, Hochschule Ruhr West  
Ivonne Caballero Echeverría, Hochschule Ruhr West

## Reihe

Prospektiven – Neues zur zirkulären Wertschöpfung / Circular Economy News  
Uwe Handmann, Wolfgang Irrek, Sabine Büttner (Hrsg.)  
ISSN (Print) 2750-4840  
ISSN (Online) 2750-4859  
1. Auflage, 05.03.2024

## Titelbild

www.unsplash.com, Photo by Bogdan Karlenko

### Bitte zitieren als:

Hermandi, Carina, Janne Rosenbaum und Ivonne Caballero Echeverría (2024): Branchenanalyse des verarbeitenden Gewerbes in der Emscher-Lippe-Region. *Prospektiven – Neues zur zirkulären Wertschöpfung* 2024/01. Bottrop: Prosperkolleg e.V.

### Please cite as:

Hermandi, Carina, Janne Rosenbaum and Ivonne Caballero Echeverría (2024): Branchenanalyse des verarbeitenden Gewerbes in der Emscher-Lippe-Region. *Prospektiven – Circular Economy News* 2024/01. Bottrop, Germany: Prosperkolleg e.V.



Dieses Werk ist lizenziert unter einer [Creative Commons Namensnennung - Weitergabe unter gleichen Bedingungen 4.0 International Lizenz](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

## Impressum / Kontakt

Prosperkolleg e.V.  
Gladbecker Straße 19b  
46236 Bottrop  
Germany  
[info@prosperkolleg.ruhr](mailto:info@prosperkolleg.ruhr)

Projekt:



[www.prosperkolleg.de](http://www.prosperkolleg.de)

Projektpartner:



**bottrop.**

Gefördert durch:

Ministerium für Wirtschaft,  
Industrie, Klimaschutz und Energie  
des Landes Nordrhein-Westfalen



EFFIZIENZ  
AGENTUR  
NRW

**efa+**



**Prosperkolleg e.V.**  
Anwendungsorientierte Forschung & Transfer

## Abstract

Die Region Emscher-Lippe im nördlichen Ruhrgebiet steht nach dem Ende des Steinkohlebergbaus vor zahlreichen Herausforderungen, die von einer überdurchschnittlich hohen Arbeitslosigkeit bis hin zu einer zunehmenden Verschuldung der kommunalen Haushalte reichen. In der regionalen Wirtschaft dominiert das verarbeitende Gewerbe, das durch einen hohen Anteil inhabergeführter mittelständischer Unternehmen geprägt ist. Das Konzept der Circular Economy bietet hier Perspektiven, um der Rohstoffabhängigkeit dieser Unternehmen zu begegnen und Zukunftsperspektiven für die Region zu entwickeln.

Der Beitrag analysiert zunächst die Ausgangsbedingungen ausgewählter Branchen des verarbeitenden Gewerbes in der Region (Metall, Lebensmittel, Maschinenbau) und zeigt dann anhand von Praxisbeispielen, dass kleine und mittlere Unternehmen Circular-Economy-Maßnahmen aktiv vorantreiben und damit Herausforderungen wie Lebensmittelverschwendung, Versorgungsengpässe oder Treibhausgasemissionen adressieren können.

## Inhalt

1. Die Emscher-Lippe-Region .....	4
2. Verarbeitendes Gewerbe .....	5
3. Branchenentwicklung .....	7
3.1. Herstellung von Metallerzeugnissen .....	7
3.2. Lebensmittelindustrie .....	8
3.3. Maschinenbau .....	9
4. Praxisbeispiele zirkulärer Ansätze .....	10
4.1. Herstellung von Metallerzeugnissen .....	10
4.2. Lebensmittelindustrie .....	11
4.3. Maschinenbau .....	12
5. Fazit .....	12
Literaturverzeichnis .....	14
Abbildungsverzeichnis .....	17
Tabellenverzeichnis .....	17

## 1. Die Emscher-Lippe-Region

Das Projekt Prosperkolleg verfolgt das Ziel, durch die Erforschung neuer Erkenntnisse Empfehlungen und praxistaugliche Lösungsansätze in Wertschöpfungsketten zu erarbeiten, auf deren Basis KMU neue Produkte, Verfahren oder Dienstleistungen und letztlich innovative Geschäftsmodelle für die Kreislaufwirtschaft entwickeln können. Dazu gehört es, bestehende Hemmnisse zu identifizieren, Lösungsansätze zu deren Überwindung zu entwickeln und die notwendigen Rahmenbedingungen für einen Wandel im Denken und Handeln von kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) zu schaffen. Dabei konzentriert sich das Projekt auf mittelständische Unternehmen des verarbeitenden Gewerbes in der Emscher-Lippe-Region, insbesondere in der Stadt Bottrop, aber auch in ganz Nordrhein-Westfalen.

Die Emscher-Lippe-Region ist Teil des nördlichen Ruhrgebiets. Sie liegt an den namensgebenden Flüssen Emscher und Lippe und umfasst den Kreis Recklinghausen sowie die kreisfreien Städte Bottrop und Gelsenkirchen. Mit einer Fläche von 96.586 ha erstreckt sie sich als Wohn- und Lebensraum für knapp 1 Mio. (995.470) Einwohner:innen (WiN-Emscher-Lippe GmbH 2019). Während der nördliche Teil der Region eher ländlich geprägt ist, bildet die Stadt Recklinghausen als regionales Zentrum für Handel, Dienstleistung, Bildung und Kultur ein Mittelzentrum für oberzentrale Funktionen und zieht in dieser Rolle auch Kaufkraft aus anderen Regionen an (WiN-Emscher-Lippe GmbH 2019).



Abbildung 1: Emscher-Lippe-Region (erstellt von Paul Szabó-Müller 2024, Datenbasis: [OpenGeo-data.NRW](#), [OpenStreetMap](#))

Stark ausgeprägt ist in der Region das breite Spektrum industrienaher Dienstleistungen mit direktem Bezug zum verarbeitenden Gewerbe (WiN-Emscher-Lippe GmbH 2019). Das verarbeitende Gewerbe selbst beschäftigte 2022 rund 28.756 Arbeitnehmer:innen in 580 Betrieben und erzielte einen Umsatz von 13.557.465.099 € (IT.NRW 2022, Stand 2022).

Die Emscher-Lippe-Region liegt im Bundesland Nordrhein-Westfalen, einer der wirtschaftsstärksten Regionen Deutschlands und Europas. Die nordrhein-westfälische Wirtschaft ist einerseits geprägt durch das verarbeitende Gewerbe mit einer hohen Rohstoffabhängigkeit und andererseits durch einen hohen Anteil inhabergeführter mittelständischer Unternehmen mit hoher Flexibilität (Wirtschaft NRW 2022). Dies ist eine gute Voraussetzung für die erfolgreiche Umsetzung des Konzepts der Circular Economy.

Tabelle 1: Emscher-Lippe-Region, verarbeitendes Gewerbe (IT.NRW 2022, Stand 2022)

Emscher-Lippe-Region	Einheit	WZ C verarbeitendes Gewerbe
Betriebe	Anzahl	580
Beschäftigte	Anzahl	28.728
Entgelt	EUR	884.882.934
Umsatz	EUR	13.557.465.099
Auslandsumsatz	EUR	5.833.244.921
Umsatz aus Eigenerzeugung	EUR	10.720.157.396
Auslandsumsatz aus Eigenerzeugung	EUR	4.929.378.281

## 2. Verarbeitendes Gewerbe

Das Projekt Properkolleg beschäftigt sich mit der zentralen Frage, wie der Transformationsprozess hin zu einer Circular Economy in Unternehmen und Wertschöpfungsnetzwerken erfolgreich gestaltet werden kann. Ziel der Circular Economy ist es, Materialkreisläufe zu schließen, um eine nachhaltige Ressourcennutzung zu gewährleisten. Zentrale Strategien sind der effiziente Einsatz von Rohstoffen, die Verlängerung der Nutzungsdauer von Produkten sowie die Rückführung und Wiederverwendung von Produkten, Komponenten und Materialien (Kirchherr et al. 2023).

Wie Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden. zeigt, ist das verarbeitende Gewerbe in der Emscher-Lippe-Region stark von kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) mit weniger als 50 Beschäftigten geprägt, die über 97 % der Niederlassungen ausmachen. Damit kommt den KMU in der Region eine besondere Bedeutung für die erfolgreiche Umsetzung zirkulärer Ansätze zu (Büttner et al. 2022).

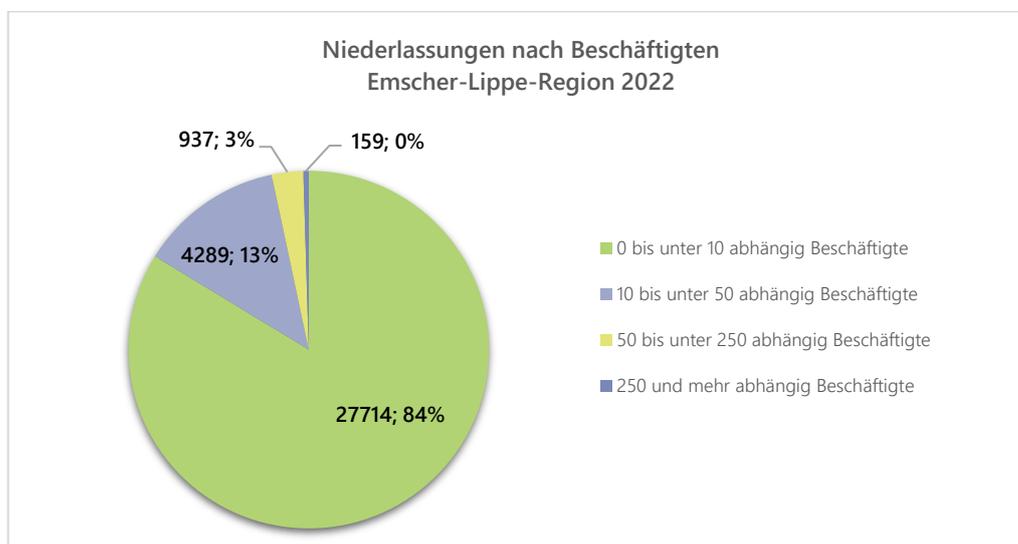


Abbildung 2: Niederlassungen nach Beschäftigten in der Emscher-Lippe-Region (IT.NRW 2022, Tabelle 52111-05i, Stichtag 30.09.2022)

Lediglich 3 % der Unternehmen weisen eine Beschäftigtenzahl von mehr als 50 Personen. Im Gegensatz zu großen Unternehmen (mehr als 250 Beschäftigte), haben kleine und mittelständische Betriebe die besondere Herausforderung, dass ihnen weit weniger Ressourcen für einen Transformationsprozess zur Verfügung stehen. Sie sind krisenanfälliger, konzentrieren sich auf Marktnischen, produzieren eher geringe Stückzahlen und stehen unter einem besonderen Kosten- und Wettbewerbsdruck. Gleichzeitig bringen KMU auch strukturelle Eigenschaften mit, die sich positiv auf die Innovations- und Transformationsfähigkeit auswirken: Die Hierarchien sind flach, Bindungen sind

persönlich und Entscheidungswege kurz. Das befähigt sie zu schnelleren Entscheidungen und formlosen Absprachen in einer vernetzten Organisationsstruktur (Schöllhammer et al. 2017, S. 15).

Wie Abbildung 3 zeigt, sind die größten Branchen, gemessen an der Anzahl der Betriebe zum Stichtag 30.09.2022, folgende: Herstellung von Metallserzeugnissen, Herstellung von Nahrungs- und Futtermitteln, Maschinenbau, Herstellung von Glas und Glaswaren, Keramik, Verarbeitung von Steinen und Erden, Reparatur und Installation von Maschinen und Ausrüstung, Herstellung von chemischen Erzeugnissen. Die Gliederung wurde nach der Klassifikation der Wirtschaftszweige, Ausgabe 2008 (WZ 2008) des Statistischen Bundesamtes vorgenommen (Statistisches Bundesamt 2008).

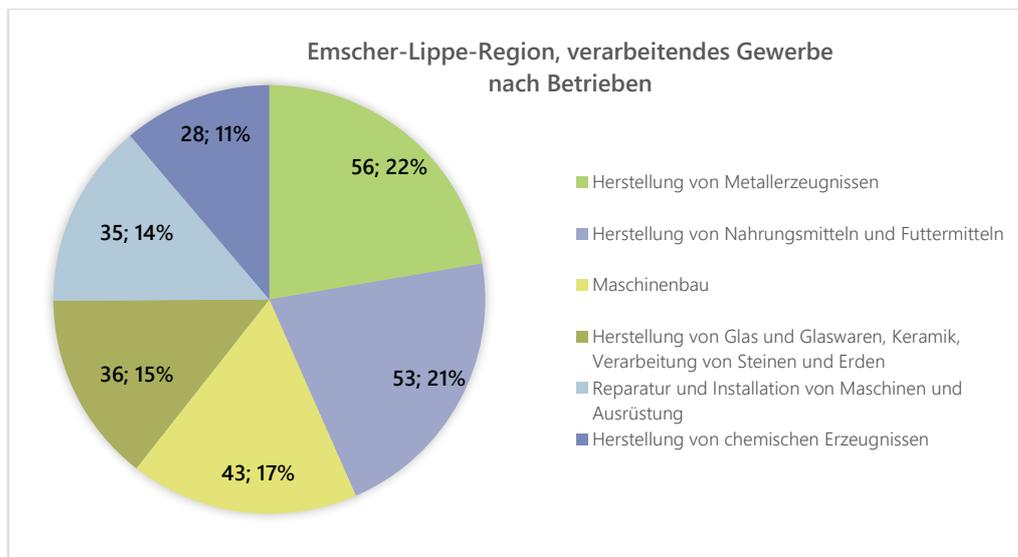


Abbildung 3: Emscher-Lippe-Region, verarbeitendes Gewerbe nach Betrieben (IT.NRW 2022, Tabelle 4211B-i1, Stichtag 30.09.2022)

Rund 28.728 Personen sind zum Stichtag 30.09.2022 im verarbeitenden Gewerbe tätig. Zu den beschäftigungsstärksten Wirtschaftszweigen (Abb. 4) zählen: Herstellung von chemischen Erzeugnissen, Herstellung von Nahrungs- und Futtermitteln, Maschinenbau, Herstellung von Metallserzeugnissen, Herstellung von Glas und Glaswaren, Keramik, Verarbeitung von Steinen und Erden sowie Reparatur und Installation von Maschinen und Ausrüstung.

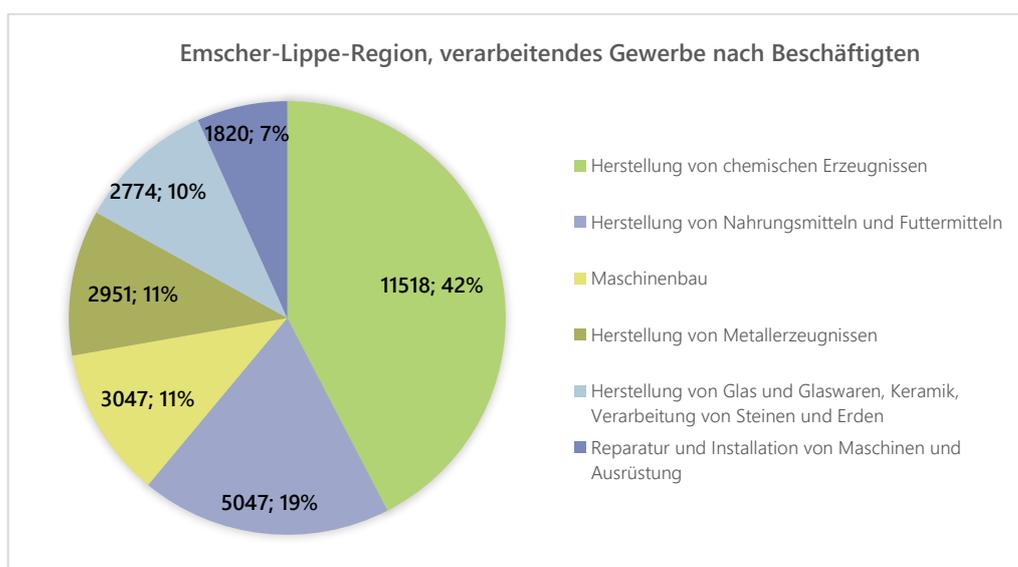


Abbildung 4: Emscher-Lippe-Region, verarbeitendes Gewerbe nach Beschäftigten (IT.NRW 2022, Tabelle 4211B-i1, Stichtag 30.09.2022)

### 3. Branchenentwicklung

Um Empfehlungen für die Gestaltung der Transformation sowie für praxistaugliche Lösungsansätze in den Wertschöpfungsketten des verarbeitenden Gewerbes der Emscher-Lippe-Region zu erarbeiten, werden die Branchen zunächst hinsichtlich ihrer Umsatzentwicklung sowie ihrer aktuellen Chancen und Herausforderungen analysiert. Der Fokus liegt dabei auf den Branchen mit den meisten Betrieben in der Region (Herstellung von Metallerezeugnissen, Herstellung von Nahrungs- und Futtermitteln), mit den Schwerpunkten Nahrungsmittelindustrie und Maschinenbau.

Tabelle 2: Übersicht verarbeitendes Gewerbe und ausgewählte WZ-Zweige (IT.NRW 2022, Stand 2022)

Emscher-Lippe-Region	Einheit	WZ C verarbeitendes Gewerbe	10 Herstellung von Nahrungs- und Futtermitteln	25 Herstellung von Metallerezeugnissen	28 Maschinenbau
Betriebe	Anzahl	580	53	56	43
Beschäftigte	Anzahl	28.756	5.047	2.951	3.047
Entgelt	EUR	884.882.934	156.338.918	124.353.592	151.996.520
Umsatz	EUR	13.557.465.099	1.804.455.861	629.192.319	579.612.691
Auslandsumsatz	EUR	5.833.244.921	299.754.705	135.271.281	316.872.471
Umsatz aus Eigenerzeugung	EUR	10.720.157.396	1.774.317.759	595.375.409	231.342.754
Auslandsumsatz aus Eigenerzeugung	EUR	4.929.378.281	294.549.815	134.088.658	102.452.599

#### 3.1. Herstellung von Metallerezeugnissen

Im Jahr 2020 wurden im Wirtschaftszweig Herstellung von Metallerezeugnissen in der Emscher-Lippe-Region 472.652.880 € Umsatz erwirtschaftet (IT.NRW 2022). Die Herstellung von Metallerezeugnissen hat in den letzten Jahren in Deutschland schwankende Umsätze zu verzeichnen. Nachdem es im Jahr 2020 durch die COVID-19-Pandemie zu Umsatzverlusten von knapp 10 Milliarden € gekommen ist, erreichte der Umsatz im Jahr 2021 seinen Höchststand von 102,7 Milliarden € (Statistisches Bundesamt 2022). Der Wirtschaftsverband Stahl- und Metallverarbeitung e. V. bilanzierte im Jahresrückblick 2020 einen Rückgang der Produktion um 12,8 % gegenüber dem Vorjahr, wobei besonders zu Beginn der COVID-19-Pandemie ein Produktionsrückgang von knapp 34 % im Vergleich zum Vorjahresmonat verzeichnet wurde. Durch die wirtschaftlichen Unsicherheiten zu Beginn der Pandemie war die Auftragslage in der ersten Jahreshälfte stark eingebrochen und verbesserte sich im vierten Quartal 2020 stark auf 10,3 % mehr eingegangene Aufträge als im Vorjahr (WSM - Wirtschaftsverband Stahl- und Metallverarbeitung e.V. 2020).

Insgesamt zählt die Metallverarbeitung in Deutschland zu den wichtigsten Branchen, in der rund 800.000 Menschen in über 42.000 Betrieben angestellt sind. 94,5 % der Betriebe sind mittelständisch geprägt und haben eine Größe von weniger als 250 Mitarbeitern (Nguyen und Staffa 2021a). Innerhalb der Branche herrscht eine hohe Wettbewerbsintensität, die zu einer hohen Spezialisierung der Unternehmen führt (WSM - Wirtschaftsverband Stahl- und Metallverarbeitung e.V. o.J.).

Die Metallverarbeitungsindustrie ist als Teil des produzierenden Sektors durch eine hohe Materialintensität und Abhängigkeit von Vorprodukten wie Stahl und anderen Metallen gekennzeichnet, weshalb die aktuellen Lieferengpässe und Materialmangellagen auf dem Markt die Unternehmen vor eine große Herausforderung stellen. In einer Umfrage des Instituts für Wirtschaftsforschung (ifo) im zweiten Quartal 2022 gaben knapp 69,1 % der Hersteller von Metallprodukten an, dass aktuelle Lieferengpässe zu einer Verschärfung der Materialverknappung geführt haben. Trotz erholter Auftragslage können die Produktionsrückstände aus der COVID-19-Pandemie durch fehlende Materiallieferungen nicht aufgearbeitet werden, wodurch der Verband der Metall- und Elektroindustrie Nordrhein-Westfalen e. V. im April 2022 die Reichweite der Aufträge in Nordrhein-Westfalen auf 6,1

Monate schätzte (Verband der Metall- und Elektro- Industrie Nordrhein-Westfalen e.V. 2022a). Steigende Stahlpreise und die Steigerung der Energie- und Logistikkosten hemmen zudem die Produktionsprozesse (WSM - Wirtschaftsverband Stahl- und Metallverarbeitung e.V. 2020). Der Produktionswert lag trotz positiver Auftragslage und geringer Kapazitätsauslastung Ende 2021 bei über 8 % unter dem Niveau von 2018 (WSM - Wirtschaftsverband Stahl- und Metallverarbeitung e.V. 2021).

Zusätzlich zu den steigenden Kosten bei der Materialbeschaffung und -verarbeitung steht die Branche vor einem Transformationsprozess zur Klimaneutralität, welcher bereits in den nächsten Jahren zu Umbrüchen und Neuerungen in den Produktionsprozessen führen wird. Die Umstellung auf neue Technologien, wie die Wasserstofftechnologie, fordert besonders kleine und mittelständische Unternehmen aufgrund hoher Investitionssummen heraus (WSM - Wirtschaftsverband Stahl- und Metallverarbeitung e.V. 2020). Durch eine Zunahme an Produktvarianten auf dem Markt und neue Technologien ist der Bedarf an qualifiziertem Fachpersonal für die Produktion und die Produktentwicklung sehr hoch. Zudem werden infolge der alternden Gesellschaft in den nächsten Jahren überdurchschnittlich viele Beschäftigte in den Ruhestand gehen (Deutsche Presse Agentur (dpa) 2021). Jedoch wachsen seit Jahren die Herausforderungen, im Bereich der Metallverarbeitung qualifizierte Fachkräfte zu finden. Im April 2022 fehlen bundesweit im MINT-Bereich insgesamt 320.600 Arbeitskräfte (Gesamtmetall M+E 2022).

### 3.2. Lebensmittelindustrie

Im Jahr 2020 wurden im Wirtschaftszweig Herstellung von Nahrungs- und Futtermitteln in der Em-scher-Lippe-Region 1.610.368.111 € Umsatz erwirtschaftet. Insgesamt wurden im verarbeitenden Gewerbe 2.862.082.826 € Umsatz erzielt (IT.NRW 2022). In Deutschland wurden 186,3 Milliarden € erwirtschaftet (Ernährungsindustrie), trotz der Herausforderungen durch das Pandemiegeschehen und der Belastungen in den Lieferketten. Das entspricht einer Steigerung von 0,5 % zum Vorjahr, wobei besonders der Umsatz im Auslandsgeschäft um 7,0 % wuchs. Der Anteil des im Ausland erwirtschafteten Umsatzes stieg auf 35,3 % an (BVE-Bundesvereinigung der Deutschen Ernährungsindustrie e.V. 2022).

Der hohe Preis- und Ertragsdruck führt zu Hemmungen im Investitions- und Innovationspotential der Branche. Besonders in Zeiten von steigender Inflation und internationalen Konflikten verschärft sich der Preiskampf unter den Lebensmittelproduzenten deutlich, da sich die Nachfrage der Verbraucher:innen durch die steigenden Lebenserhaltungskosten hauptsächlich an den kostengünstigen Grundnahrungsmitteln orientiert (Nguyen und Staffa 2021b).

Während der COVID-19-Pandemie konnte die Branche ihren Umsatz aus dem Vorjahr nahezu halten. Trotzdem wurden Unternehmen zum Teil sehr stark durch die fehlenden Außer-Haus-Einnahmen, den Druck auf den Lieferketten sowie die verringerte Nachfrage aus dem In- und Ausland herausgefordert (BVE-Bundesvereinigung der Deutschen Ernährungsindustrie e.V. 2021b). Auch die Nachfrage nach nachhaltigen und fairen Produkten hat zugenommen. Dies führt dazu, dass immer mehr Unternehmen in der Lebensmittelindustrie ihre Produktionsmethoden und -praktiken ändern, um diesem Trend gerecht zu werden. Vegane und vegetarische Optionen sind ebenfalls immer beliebter geworden. Viele Unternehmen haben ihr Angebot an pflanzlichen Alternativen erweitert, um dieser steigenden Nachfrage gerecht zu werden.

Die in der COVID-19-Pandemie aufgetretenen Lieferengpässe und Veränderungen im Verbraucherverhalten führten dazu, dass viele Unternehmen ihre Produktions- und Lieferketten anpassen mussten. Zudem kauften Verbraucher:innen verstärkt online ein, sodass sich das Angebot an Lieferdiensten erweiterte und sich neue Marktteilnehmer im Online-Handel etablierten. Besonders der Lebensmitteleinzelhandel, ein wichtiger Marktpartner der Lebensmittelindustrie (BVE-Bundesvereinigung der Deutschen Ernährungsindustrie e.V. 2021a), wurde durch die Konkurrenz des E-Commerce weiter zurückgedrängt. Bei ständigen Veränderungen der Nachfrage kann eine hohe Produktionsflexibilität durch Integration digitaler Technologien die zukünftige Wettbewerbsfähigkeit der Branche erhöhen (Nguyen und Staffa 2021b).

Vor allem im Kontext der Nachhaltigkeit sind die Erwartungen der Kund:innen – eine hohe Verfügbarkeit der Produkte bei gleichzeitig moderaten Preisen - eine besondere Herausforderung. Die Lebensmittelindustrie unterliegt strengen Auflagen im Bereich des Umwelt- und Gesundheitsschutzes, welche sich durch aktuelle politische Beschlüsse und die Anpassung an internationale Richtlinien ständig verändern können. Die zunehmenden Regulierungen führen zu einem hohen bürokratischen Aufwand für die Unternehmen (BVE-Bundesvereinigung der Deutschen Ernährungsindustrie e.V. 2021b).

Durch Veränderungen der Nachfrage und neue Ernährungstrends kommt es zur rasanten Entstehung neuer Marktteilnehmer und Geschäftsmodelle, die etablierte Akteure angreifen und den Wettbewerb verändern (Nguyen und Staffa 2021b). Jährlich werden so neben dem bestehenden Sortiment von 170.000 Produkten 40.000 neue Produkte auf dem Markt eingeführt (BVE-Bundesvereinigung der Deutschen Ernährungsindustrie e.V. 2021b). Die zunehmende Breite der Produktpalette sowie die Verderblichkeit der Waren sind zusätzliche logistische Herausforderungen der Lebensmittelindustrie sowie des Lebensmitteleinzelhandels als wichtigster Marktpartner. Die Nachfrage der Kunden bestimmt, welche Produkte im Wettbewerb der Lebensmittelhersteller bestehen können. Eine Studie der Innova Market Insights im Jahr 2022 zeigt, dass 75 % der Verbraucher:innen bei ihrer Produktauswahl großen Wert auf Produktinformationen legen und die Anforderungen an die Unternehmen, regional, biologisch und umweltverträglich zu produzieren, in Zukunft zunehmen werden, sodass eine zeitnahe Anpassung des Produktionsprozesses erforderlich ist (Innova Market Insights 2022).

### 3.3. Maschinenbau

Im Jahr 2020 wurden im Maschinenbau in der Emscher-Lippe-Region 598.860.872 € Umsatz erwirtschaftet. Ebenso wie in der Emscher-Lippe-Region ist dieser Wirtschaftszweig in der gesamten EU stark mittelständisch geprägt. Etwa 85 % der Unternehmen beschäftigen weniger als 250 Arbeitnehmende und viele Betriebe befinden sich im Familienbesitz. Insgesamt arbeiten im EU-Maschinenbau etwa 3 Millionen Menschen in 80.000 Unternehmen. Mit einem Anteil des Maschinenbaus von 43 % an der Gesamtbeschäftigung liegt Deutschland im EU-Ländervergleich mit Abstand an der Spitze. Im Jahr 2020 lagen durch die zurückhaltenden Investitionen während der COVID-19-Pandemie die Bestellungen für deutsche Maschinen und Anlagen insgesamt 20 % unter dem Vorjahresniveau, wodurch der Umsatz von 229 Milliarden € im Jahr 2019 auf 204 Milliarden € zurückging. Dieser Umsatzeinbruch konnte jedoch im Jahr 2021 mit einem Wachstum von 8 % teilweise wieder aufgefangen werden (Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V.- VDMA 2022; Maier 2021; Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V.- VDMA 2021b).

Der Effekt der negativen Umsatzentwicklungen infolge der COVID-19-Pandemie wurde durch weitere Einschränkungen im Bereich des internationalen Warenverkehrs sowie gesetzliche Regulierungen verstärkt. In der zweiten Jahreshälfte 2020 befanden sich ein Drittel aller Beschäftigten in der Maschinenbaubranche in Kurzarbeit und es kam zu größeren Entlassungswellen, wodurch erstmalig seit 2012 ein Rückgang der Beschäftigtenzahlen von 3,48 % verzeichnet wurde (Maier 2021). Durch Lieferengpässe aus stark exportierenden Ländern wie China kommt es seit Beginn 2020 im gesamten produzierenden Gewerbe zu einer Behinderung der Produktionsprozesse. Die Abarbeitung der Aufträge konnte somit trotz Erholung des Auftragseingangs, ausgelöst durch einen starken Anstieg der Nachfrage aus dem Ausland zu Beginn 2021, nicht erfolgen (Statistisches Bundesamt (Destatis) 2021b). Im April 2022 wurde die Reichweite der Auftragsbestände auf 11,2 Monate geschätzt (Verband der Metall- und Elektro- Industrie Nordrhein-Westfalen e.V. 2022b). Während in der Blitzumfrage des Vereins Deutscher Maschinen- und Anlagenbau (VDMA) in NRW im Juni 2021 noch jedes dritte Unternehmen bis zum Jahresende eine Rückkehr zum vorpandemischen Umsatz prognostizierte, waren es im September 2021 nur noch 15 %. Vielmehr schätzt ein Viertel der befragten Unternehmen in NRW, dass das Umsatzniveau von 2019 erst 2023 wieder erreicht wird. Über 80 % der Betriebe führen demnach weitere Kapazitätsanpassungen wie Kurzarbeit und Produktionsstopps (bei 66 %) oder Personalabbau (22 %) durch (Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V.- VDMA 2021a).

Deutsche Maschinenbauunternehmen geraten durch die hohe Innovationskraft in der Branche und die wachsende Preiskonkurrenz der asiatischen Anbieter immer mehr unter Druck, ihre Wettbewerbsfähigkeit durch das Verfolgen internationaler Trends und durch Produktinnovationen aufrecht zu erhalten. Eine große Herausforderung hierbei ist die digitale Transformation hin zur „Industrie 4.0“, die mit hohen Investitionen einhergeht und durch Innovationen im Bereich der Künstlichen Intelligenz oder des Maschinellen Lernens für ihre Dynamik bekannt ist (Maier 2021).

Besonders kleine und mittelständische Unternehmen stellt die digitale Transformation vor die Herausforderung, Digitalisierungspotenziale erkennen und effektiv nutzen zu müssen, um zukünftig im Konkurrenzkampf mit anderen Unternehmen zu bestehen. Auch die Stichworte „klimaneutrale Produktion“ und „Energieeffizienz“ stehen immer mehr im Fokus der Öffentlichkeit und betreffen den Maschinenbausektor aufgrund seines hohen Energiebedarfs besonders stark (Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V.- VDMA 2022; Maier 2021). Im Jahr 2019 wurden in Deutschland durchschnittlich 75 Millionen € von den Betrieben für Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz in der Produktion investiert. Diese Investitionen führten innerhalb von 10 Jahren zu einer Energieeinsparung von 30 % (Statistisches Bundesamt (Destatis) 2021a, 2022b).

Die Abhängigkeit der deutschen Maschinenbaubranche vom Weltmarkt und internationalen Lieferketten resultiert in steigenden Materialkosten, welche bei hohem internationalem Preisdruck zu einem geringeren Umsatz führen. Eine besondere Herausforderung stellen die Lieferengpässe und Preissteigerungen von elektronischen Produkten (Chipmangel), Holz, Stahl und weiteren wichtigen Vorprodukten dar, welche im Jahr 2021 in Maschinenbauunternehmen zu Produktionsstopps geführt haben. Besonders die hohe Abhängigkeit der Maschinenbaubranche vom Stahlpreis, welcher sich auf dem höchsten Niveau seit Anfang 2012 befindet und dessen Preisindex im April 2021 im Vergleich zum Vorjahreswert um 60 % anstieg (Statistisches Bundesamt (Destatis) 2022c), erschwert es den Unternehmen im Preiswettbewerb mit internationalen Anbietern zu bestehen. Ansätze der zirkulären Wertschöpfung bieten ein großes Potenzial, den Einsatz primärer Ressourcen beispielsweise durch Rückgewinnung von Rohstoffen zu verringern und somit die Abhängigkeit von internationalen Lieferketten zu reduzieren. Besonders die Wiederverwendung bereits gebauter Anlagen oder die Umfunktionierung einzelner Komponenten für neue Produkte stellen ein großes Potenzial für die zukünftige Gewinnung von Rohstoffen bzw. Materialien dar.

## 4. Praxisbeispiele zirkulärer Ansätze

Um den aktuellen Herausforderungen und Entwicklungen in den einzelnen Branchen zu begegnen, bietet die Transformation zur Circular Economy ein großes Potenzial. Im Folgenden werden einige Unternehmen aus den vorgestellten Branchen, die sich bereits in der Umsetzung der Circular Economy befinden, als Praxisbeispiele vorgestellt. Dies geschieht jedoch ohne Wertung. Die Beispiele sollen lediglich als Anregung dienen.

### 4.1. Herstellung von Metallerzeugnissen

Im Bereich der Herstellung von Metallprodukten sind aktuelle Lieferengpässe, dadurch resultierende Materialverknappungen sowie steigende Energie- und Prozesskosten aktuell die größten identifizierten Herausforderungen (vgl. Kapitel 3.1). Durch die hohe Recyclingfähigkeit von Metallen weist diese Branche gute Voraussetzung für die Etablierung von *Reuse* und *Recycling* als Lösungsstrategien auf. Die im Sauerland ansässige *Otto Fuchs KG* verwendet als Rohstoff ihrer Gießerei zu 80 % Aluminium aus Materialresten anderer Unternehmensbereiche, die bei der Verarbeitung als Verschnitt oder Restmaterial anfallen. Hierbei wird nur 5 % der Energie eines konventionellen Herstellungsprozesses von Aluminium benötigt. Als Hersteller von Maschinenkomponenten für die Automobilindustrie und die Luftfahrt erfolgt die Herstellung der Produkte in Leichtbauweise mit dem Verfahren der additiven Fertigung, wodurch ressourcenschonend und materialeffektiv produziert wird. Insgesamt kommt es so zu einer Vermeidung von 9.000 t Kohlenstoffdioxidemissionen (*Otto Fuchs KG O.J.; Mischler 2022*). Ein weiterer Anknüpfungspunkt könnte die Wiederverwendung von Metallen aus dem Recycling sein. Hierbei werden Altmetalle gesammelt, sortiert und anschließend wieder verarbeitet. Dies reduziert

den Bedarf an Primärrohstoffen und verringert die Umweltbelastung durch die Abbaumethoden (Kluthe 2023).

Auch der Einsatz smarterer und hoch technologisierter Anlagen bietet die Möglichkeit, Produktionsprozess effizienter, kostengünstiger und flexibler zu gestalten, um eine individuelle Kundenbetreuung zu ermöglichen und neue Absatzmärkte zu erschließen. Laut dem Verband der Metall- und Elektroindustrie Nordrhein- Westfalen e. V. bietet die Digitalisierung große Chancen, wenn es gelingt, das „vorhandene Know-how aus Entwicklung und Produktion mit digitalen Prozessen zu kombinieren“ und damit die Wettbewerbsfähigkeit zu erhöhen (Verband der Metall- und Elektro- Industrie Nordrhein-Westfalen e.V. o.J.).

## 4.2. Lebensmittelindustrie

Auch in der Lebensmittelindustrie und im Lebensmitteleinzelhandel bietet die Circular Economy Ansätze, um die Herausforderungen zu bewältigen. 11 Millionen Tonnen Lebensmittel werden jährlich in Deutschland in unterschiedlichen Produktionsstufen der Wertschöpfungskette weggeworfen. Die Menge der Abfälle kann durch gesteigerte Effizienz im Produktionsprozess reduziert werden. In Industrieländern sind allerdings die Endverbraucher:innen für den Großteil der Lebensmittelverschwendung (in Deutschland 61 %) verantwortlich. Die Vermeidung dieser Lebensmittelabfälle ist in vielen Fällen durch einen sorgsameren Umgang erreichbar (Bundesvereinigung der Deutschen Ernährungsindustrie e. V. 2017).

Um Menschen in Deutschland für das Thema Lebensmittelverschwendung zu sensibilisieren, startete das *Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft* 2012 die Initiative „Zu gut für die Tonne!“. Auch auf europäischer und internationaler Ebene haben sich Initiativen für die Aufklärung und Sensibilisierung der Menschen gegründet (Bundesvereinigung der Deutschen Ernährungsindustrie e. V. 2017).

Die Digitalisierung eröffnet zudem Möglichkeiten Lebensmittelverschwendung mit neuen Ideen aktiv zu minimieren. Ein Praxisbeispiel ist das dänische Unternehmen *Too Good To Go*, welches mit Hilfe einer App dem Wegwerfen von Lebensmitteln entgegenwirken möchte. Die App ermöglicht das Abschließen fairer Kaufverträge zwischen Unternehmen/ Gastronomen und Privatpersonen zum Erwerb von übrig gebliebenen Lebensmitteln oder fertigen Gerichten (Too Good To Go 2021).

Auch eine Weiterverwendung von Lebensmittelabfällen ist eine Möglichkeit, Nährstoffkreisläufe sinnvoll zu schließen, wie das Unternehmen *EntoGreen* aus Portugal zeigt. Es verwendet eine biologisch basierte Technologie, um Nährstoffe aus landwirtschaftlichem Abfall oder weggeworfenen Lebensmitteln wieder in die Lebensmittelkette zurückzuführen. Das Prinzip ist, Lebensmittelabfälle für die Fütterung von Fliegenlarven zu verwenden, welche als Nahrungsgrundlage für Tierfutter eingesetzt werden können (EntoGreen o.J.).

Bei dem Unternehmen *ToastAle* soll die Verschwendung von Lebensmittelabfällen ebenfalls eingedämmt werden. Das Unternehmen braut Biere auf Basis von Brot. Dazu wird überschüssiges Brot anstelle von Gerste verwendet, wodurch im Vergleich zu anderen Bieren circa 25 % weniger Gerstenmalz benötigt wird. Der Treber wird an Tiere verfüttert, und der Hopfenabfall wird kompostiert, um dem Boden Nährstoffe zurückzugeben (ToastAle o.J.).

Auch das Unternehmen *Ugly Fruits* möchte Lebensmittelverschwendung vermeiden. Hier wird Obst und Gemüse verkauft, das aufgrund von äußerlichen Mängeln sonst weggeworfen würde (Social-Startups.de o.J.).

Die Entwicklung von biologisch abbaubaren Verpackungen hat sich das Unternehmen *Papstar* zur Aufgabe gemacht, um die Menge an Plastikabfall zu reduzieren. Einweggeschirr aus Holz und Zuckerrohr sowie umweltfreundliche Verpackungen aus nachwachsender Frischfaser sollen die Umwelt schonen (Papstar o.J.).

### 4.3. Maschinenbau

Im Wandel zur Klimaneutralität sieht der Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbauer ein großes Potenzial für die Branche, da mit der Transformation einhergehend neue Technologien in allen Produktionsstätten entwickelt und installiert werden. Im Energiewende-Barometer 2019 gaben 53 % der befragten Maschinenbauunternehmen an, dass sie aktuell oder in den nächsten Jahren neue Geschäftsfelder durch die Energiewende erschließen. Die Entwicklungen im Bereich Greentech könnte somit eine neue Wachstumsquelle für den Sektor darstellen (Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V.- VDMA 2019a). Besonders durch die hohe Innovationskraft des Sektors, die Digitalisierung sowie weitere Ansätze der „Industrie 4.0“ können Technologien und Ansätze entwickelt werden, die eine Effizienzsteigerung und stärkere Automatisierung von Produktionsprozessen ermöglichen. Qualifizierte Fachkräfte mit Know-how im Bereich der Digitalisierung erhalten die Wettbewerbsfähigkeit und ermöglichen eine flexible Anpassung der Produkte an die Kundenwünsche, sodass Einzelanfertigungen als Serviceleistung umsetzbar werden (FTI-Andersch 2021). Mit der Transformation zur Klimaneutralität einhergehend werden in Zukunft viele Anlagen und Maschinen durch neue Technologien ersetzt.

Der Verein Deutscher Ingenieure e. V. betont hierbei das große Potenzial der zirkulären Strategie des *Remanufacturing*, d.h. dass Anlagenkomponenten nach ihrem Gebrauch aufbereitet und wiedereingesetzt werden. Zusätzlich bietet sich für Unternehmen die Umstellung auf ein *Product-as-a-Service*-Prinzip an: Die Maschinen bleiben hierbei im Besitz des Herstellers und stehen nach Vertragsende mit dem Kunden Unternehmen für eine Aufbereitung und Rückführung ins Verleihsystem zur Verfügung. Dieses Prinzip spart Primärrohstoffe ein, schließt Kreisläufe in der Produktion und eröffnet neue Einnahmequellen für Unternehmen. Bereits heute werden in Deutschland in der Remanufacturing-Branche 8,7 Milliarden € pro Jahr umgesetzt (VDI Verein Deutscher Ingenieure e.V. 2019).

Ein Beispiel für zirkuläre Ansätze in der Maschinenbaubranche ist das Schweizer Unternehmen *Sika*, die mit einem Hochleistungselastomer industrielle Gummielemente und Förderbänder repariert und deren Produktlebensdauer verlängert (*Sika Services AG* o.J.). Auch in der Verpackungs- und Kunststoffindustrie gibt es eine vom Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V. ins Leben gerufene Initiative, die an Möglichkeiten zur Rückführung von Produkten in den Kreislauf arbeitet und Strategien für eine Aufbereitung der Produkte nach Gebrauch entwickelt. Hierbei steht besonders das Recycling der Kunststoffe im Vordergrund (Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V.- VDMA 2019b).

Ebenfalls auf das Recycling von Produkten spezialisiert ist der niederländische Elektrogeräte-Hersteller *Philips*, der seit 2010 an der Wiederverwendung von Plastik in seinen Produkten arbeitet. Gemeinsam mit dem Partnerunternehmen *Coolrec* (<https://www.coolrec.com/en/>) entwickelt Philips Kaffeemaschinen aus 95 % recyceltem Kunststoff mit derselben Qualität und Ästhetik (*technopolis group* o.J.).

Ein anderes Konzept fährt der Turbojet-Triebwerke-Hersteller *Rolls-Royce*, welcher seit den 1960er Jahren seinen Kunden die Arbeitsstunden seiner Triebwerke als Dienstleistung verkauft. Hierbei wird der Zustand der Produkte mit Hilfe von Informationstechnologie überwacht und nach Bedarf gewartet, sodass diese erst bei auftretenden Problemen ausgetauscht werden müssen und sich somit die Produktlebenszeit verlängert. Der Hersteller bleibt hierbei im Besitz der Triebwerke und kann diese am Ende ihres Lebenszyklus dem internen Wiederverwendungsprozess zuführen (Milow und Kutzschenbach 2019).

## 5. Fazit

Die Sicherung des Mittelstands ist für die Emscher-Lippe-Region von großer Bedeutung. Herausforderungen wie die COVID-Pandemie oder Engpässe in der Lieferkette sind für KMU jedoch wesentlich schwieriger zu bewältigen als für Großunternehmen. Denn sie verfügen nur über begrenzte Ressourcen, sind anfälliger für Krisen, operieren in Marktnischen, produzieren in geringen Stückzahlen und

sind einem erhöhten Kosten- und Wettbewerbsdruck ausgesetzt. Dennoch, trotz dieser Herausforderungen besitzen KMU Strukturen, die sich positiv auf ihre Innovations- und Transformationsfähigkeit auswirken können, wie etwa flache Hierarchien, die kurze Entscheidungswege ermöglichen und sie zu agilen Prozessen befähigen.

Wie die Branchenanalyse zeigt, dominieren, gemessen an den Beschäftigten, die folgenden Branchen: Herstellung von chemischen Erzeugnissen, Herstellung von Nahrungs- und Futtermitteln, Maschinenbau, Herstellung von Metallerzeugnissen, Herstellung von Glas und Glaswaren, Keramik, Verarbeitung von Steinen und Erden sowie Reparatur und Installation von Maschinen und Ausrüstungen. Entsprechend kommt diesen Branchen eine große Bedeutung für eine erfolgreiche Transformation zu einer Circular Economy zu.

Die vorgestellten Praxisbeispiele zeigen, dass KMU die Umsetzung von Circular-Economy-Maßnahmen aktiv vorantreiben und sogar in neue Geschäftsmodelle überführen können. Darüber hinaus lassen sich Herausforderungen wie Lebensmittelverschwendung, Lieferengpässe oder die Minimierung von Treibhausgasemissionen gezielt adressieren. Die Circular Economy eröffnet Raum für innovative Geschäftsmodelle wie Product-as-a-Service, bei denen Kunden Produkte nutzen, anstatt sie zu besitzen. Damit wird der Fokus auf Langlebigkeit und Qualität gelegt und neue Einkommensquellen für Unternehmen erschlossen. Darüber hinaus wird die Wiederverwendung, Reparatur und Wiederverwertung von Produkten die Abfallmengen in der Region reduzieren und gleichzeitig neue Geschäftsmöglichkeiten in Bereichen wie Recycling, Upcycling und Reparatur schaffen.

Die Unternehmensansprache des *Prosperkollegs* konzentriert sich daher auf kleine und mittlere Unternehmen des verarbeitenden Gewerbes. Die Unternehmen sollen bei ersten Schritten in Richtung Circular Economy unterstützt und zu eigener Umsetzung von Maßnahmen befähigt werden. Ein Instrument dafür ist der im Projekt entwickelte *Potenzialcheck Circular Economy*. Doch die Region steht erst am Anfang der Transformation. Gemeinsam mit den Akteuren der Region, z. B. Hochschulen, Wirtschaftsförderung, Fachverbänden und Projekten wie dem Prosperkolleg, gilt es nun, diese Transformation weiter aktiv zu fördern.

## Literaturverzeichnis

Bundesvereinigung der Deutschen Ernährungsindustrie e. V. (2017): FAKT: ist. Kreislaufwirtschaft in der Ernährungsindustrie. Hg. v. Bundesvereinigung der Deutschen Ernährungsindustrie e. V. Berlin (FAKT: ist, 7). Online verfügbar unter <https://www.bve-online.de/download/fakt-ist-kreislaufwirtschaft-broschuere>, zuletzt geprüft am 20.06.2022.

Büttner, Sabine; Irrek, Wolfgang; Handmann, Uwe (2022): Kompetenzzentrum CE.Hub.NRW. Den Wandel zu einer nachhaltigen und kreislauffähigen Wirtschaft voranbringen. RETHINK (07). Online verfügbar unter [https://prosperkolleg.ruhr/wp-content/uploads/2022/12/20221219\\_rethink\\_kompetenzzentrum-cehubnrw.pdf](https://prosperkolleg.ruhr/wp-content/uploads/2022/12/20221219_rethink_kompetenzzentrum-cehubnrw.pdf), zuletzt geprüft am 02.01.2022.

BVE-Bundesvereinigung der Deutschen Ernährungsindustrie e.V. (2021a): ERNÄHRUNGSINDUSTRIE. 2021. Hg. v. BVE-Bundesvereinigung der Deutschen Ernährungsindustrie e.V. Berlin. Online verfügbar unter <https://www.bve-online.de/download/bve-statistikbroschuere2021>, zuletzt geprüft am 12.06.2022.

BVE-Bundesvereinigung der Deutschen Ernährungsindustrie e.V. (2021b): Jahresbericht 2020/21. Hg. v. BVE-Bundesvereinigung der Deutschen Ernährungsindustrie e.V. Berlin. Online verfügbar unter <https://www.bve-online.de/download/bve-jahresbericht-ernaehrungsindustrie-2021>, zuletzt geprüft am 30.05.2022.

BVE-Bundesvereinigung der Deutschen Ernährungsindustrie e.V. (2022): BVE- Jahresbericht 2022. Hg. v. BVE-Bundesvereinigung der Deutschen Ernährungsindustrie e.V. Online verfügbar unter <https://www.bve-online.de/presse/infotek/publikationen-jahresbericht/bve-jahresbericht-ernaehrungsindustrie-2022>, zuletzt geprüft am 25.01.2023.

Deutsche Presse Agentur (dpa) (2021): Fachkräftebedarf nimmt in Metall- und Elektroindustrie zu. In: Zeit Online, 27.05.2021. Online verfügbar unter [https://www.zeit.de/news/2021-05/27/fachkraeftebedarf-nimmt-in-metall-und-elektroindustrie-zu?utm\\_referrer=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F](https://www.zeit.de/news/2021-05/27/fachkraeftebedarf-nimmt-in-metall-und-elektroindustrie-zu?utm_referrer=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F), zuletzt geprüft am 22.06.2022.

EHI Retail Institute (2022): Entwicklung der Anzahl der kleinen Lebensmittelgeschäfte in Deutschland in den Jahren 2011 bis 2021. Hg. v. EHI Retail Institute. Online verfügbar unter <https://www.handelsdaten.de/lebensmittelhandel/lebensmittelhandel-zahl-der-lebensmittelgeschaefte-deutschland-nach>, zuletzt geprüft am 27.05.2022.

EntoGreen (o.J.): ENtoValor. Hg. v. EntoGreen. Online verfügbar unter <https://www.ento-green.com/projectos/entovalor/>, zuletzt geprüft am 20.06.2022.

FTI-Andersch (2021): German Engineering 2025. Welche Herausforderungen deutsche Maschinenbauer jetzt meistern müssen. Unter Mitarbeit von Dorothee Fritsch und Karsten Schulze. Hg. v. FTI-Andersch. Online verfügbar unter <https://www.home-of-welding.com/storage/media/documents/6376/fti-andersch-maschinenbau-2021-uid-604a7017d96a6.pdf>, zuletzt geprüft am 22.06.2022.

Gesamtmetall M+E (2022): Fachkräftemangel. Hg. v. Gesamtmetall – Gesamtverband der Arbeitgeberverbände der Metall- und Elektro-Industrie e.V. Online verfügbar unter <https://www.gesamtmetall.de/themen/fachkraeftemangel/>, zuletzt geprüft am 28.02.2023.

Information und Technik NRW (2022): Niederlassungen und deren Beschäftigte nach Beschäftigtengrößenklassen (4) und Wirtschaftsabschnitten (17) der WZ 2008 - Regierungsbezirke - Jahr (ab 2020), Tabelle 52111-3d. Online verfügbar unter <https://www.landesdatenbank.nrw.de/ldb NRW/online>, zuletzt geprüft am 20.08.2023.

Information und Technik NRW (2022): Niederlassungen und deren Beschäftigte nach Beschäftigtengrößenklassen (4) und Wirtschaftsabschnitten (17) der WZ 2008 - Regierungsbezirke - Jahr (ab 2020), Tabelle 52111-05i. Online verfügbar unter <https://www.landesdatenbank.nrw.de/ldb NRW/online>, zuletzt geprüft am 20.08.2023.

Information und Technik NRW (2022): Bergbau und verarbeitendes Gewerbe: Betriebe, Beschäftigte, Entgelt, Umsatz und Auslandsumsatz nach Abteilungen der WZ 2008 - Gemeinden - Stichtag/Jahr (ab 2008), Tabelle 42111B-1i. Online verfügbar unter <https://www.landesdatenbank.nrw.de/ldbnrw/online>, zuletzt geprüft am 07.07.2023.

Innova Market Insights (2022): Wie schmeckt die Zukunft? Nachhaltigkeitstrends in der Ernährungsindustrie 2021. Hg. v. BVE-Bundesvereinigung der Deutschen Ernährungsindustrie e.V. Online verfügbar unter <https://www.bve-online.de/download/bve-innova-studie-2021-nachhaltigkeitstrends-ernaehrungsindustrie>, zuletzt geprüft am 30.05.2022.

Kirchherr, Julian; Yang, Nan-Hua Nadja; Schulze-Spüntrup, Frederik; Heerink, Maarten; Hartley, Kris (2023): Conceptualizing the Circular Economy (Revisited): An Analysis of 221 Definitions. In: Resources, Conservation and Recycling (194), Artikel 107001. Online verfügbar unter <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2023.107001>, zuletzt geprüft am 12.07.2023.

Kluthe (2023): Metallrecycling als Rohstoffquelle. Online verfügbar unter <https://kluthe.com/magazin/metallrecycling-als-rohstoffquelle/>, zuletzt geprüft am 25.01.2023.

Maier, Robert (2021): Maschinenbau. Branchenreporte Deutschland (DE-WZ) Report C28.00DE / Verarbeitendes Gewerbe. Hg. v. IBISWorld. Online verfügbar unter <https://www.ibisworld.com/de/branchenreporte/maschinenbau/667/>, zuletzt geprüft am 30.05.2022.

Milow, Uta; Kutzschenbach, Michael von (2019): Mit digitalen Geschäftsmodellen zur Circular Economy. S. 63–85. Online verfügbar unter [https://www.kutzschenbach.eu/files/kutzschenbach/images/blog/Kutzschenbach\\_etal\\_2019\\_Mit%20digitalen%20Gesch%C3%A4ftsmodellen%20zur%20Circular%20Economy.pdf](https://www.kutzschenbach.eu/files/kutzschenbach/images/blog/Kutzschenbach_etal_2019_Mit%20digitalen%20Gesch%C3%A4ftsmodellen%20zur%20Circular%20Economy.pdf), zuletzt geprüft am 12.01.2023.

Mischler, Gerd (2022): Wie Kreislaufwirtschaft in der Metallindustrie funktioniert. Um unabhängiger zu werden. Hg. v. Produktion. Online verfügbar unter <https://www.produktion.de/technik/co2-neutrale-industrie/wie-kreislaufwirtschaft-in-der-metallindustrie-funktioniert-250.html>, zuletzt geprüft am 12.01.2023.

Nguyen, Huu-T.; Staffa, Volker (2021a): Manufacturing: Fabricated Metal Products. - WZ 25 - Statista Industry Report – Germany. Hg. v. Statista Research & Analysis. Online verfügbar unter <https://www.statista.com/study/46574/manufacturing-fabricated-metal-products-in-germany/>, zuletzt geprüft am 30.05.2022.

Nguyen, Huu-T.; Staffa, Volker (2021b): Manufacturing: Food. - WZ 10 - Statista Industry Report – Germany. Hg. v. Statista Research & Analysis. Online verfügbar unter <https://www.statista.com/study/46565/manufacturing-food-in-germany/>, zuletzt geprüft am 30.05.2022.

Otto Fuchs KG (Hg.) (0.J.): Website Otto Fuchs. Online verfügbar unter <https://www.ottofuchs.com/de/home.html>, zuletzt geprüft am 12.01.2023.

Sika Services AG (o.J.): SikaBond R&B-100. High Performance Elastomer. Online verfügbar unter <https://www.sika.com/dms/getdocument.get/e01af7ca-7622-410a-b29b-68978af856cf/glo-sikabond-r-b-100.pdf>, zuletzt geprüft am 20.06.2022.

Statistisches Bundesamt (2008): Klassifikation WZ 2008. Online verfügbar unter <https://www.destatis.de/DE/Methoden/Klassifikationen/Gueter-Wirtschaftsklassifikationen/klassifikation-wz-2008.html>, zuletzt geprüft am 16.08.2023.

Statistisches Bundesamt (2022): Umsatz der deutschen Metallwarenindustrie\* in den Jahren 2005 bis 2021 (in Milliarden Euro) [Graph]. Hg. v. Statista. Online verfügbar unter <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/165036/umfrage/umsatz-der-metallwarenindustrie-in-deutschland-seit-2005/>, zuletzt geprüft am 25.05.2022.

Statistisches Bundesamt (Destatis) (2021a): Investitionen zur Energieeffizienzsteigerung im Maschinenbau in Deutschland in den Jahren 2009 bis 2018. Hg. v. Statista. Online verfügbar unter

<https://de.statista.com/statistik/daten/studie/452513/umfrage/investitionen-zur-energieeffizienzsteigerung-im-maschinenbau-in-deutschland/>, zuletzt geprüft am 22.06.2022.

Statistisches Bundesamt (Destatis) (2021b): Lieferengpässe bremsen Industrie und treiben Preise. Online verfügbar unter <https://www.destatis.de/DE/Themen/Wirtschaft/Konjunkturindikatoren/lieferketten.html>, zuletzt geprüft am 12.06.2022.

Statistisches Bundesamt (Destatis) (2022a): Energieverbrauch in Deutschland. Hg. v. Statista. Online verfügbar unter [https://www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Energie/Verwendung/\\_inhalt.html](https://www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Energie/Verwendung/_inhalt.html), zuletzt geprüft am 22.06.2022.

Statistisches Bundesamt (Destatis) (2022b): Energieverbrauch in der Maschinenbauindustrie in Deutschland in den Jahren 1995 bis 2019 (in Terajoule). Hg. v. Statista. Online verfügbar unter <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/539436/umfrage/energieverbrauch-in-der-maschinenbauindustrie-in-deutschland/>, zuletzt geprüft am 22.06.2022.

Statistisches Bundesamt (Destatis) (2022c): Monatlicher Index zur Eisen- und Stahlpreisentwicklung in Deutschland von April 2020 bis April 2022. Hg. v. Statista. Online verfügbar unter <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1300794/umfrage/monatliche-stahlpreisentwicklung-in-deutschland/>, zuletzt geprüft am 22.06.2022.

technopolis group (o.J.): Philips: Recycled plastics for brand-new coffee machines. Hg. v. European Circular Economy Stakeholder Plattform. Online verfügbar unter <https://circulareconomy.europa.eu/platform/en/good-practices/philips-recycled-plastics-brand-new-coffee-machines>, zuletzt geprüft am 20.06.2022.

Too Good To Go (2021): Impact Report. Hg. v. Too Good To Go. Online verfügbar unter <https://mkt-cms.toogoodtogo.com/api/v1/file/org/en/download?slug=impactreport2021>, zuletzt geprüft am 20.06.2022.

VDI Verein Deutscher Ingenieure e.V. (2019): Zirkuläre Wertschöpfung. Remanufacturing und Instandhaltung. Unter Mitarbeit von Hans-Jürgen Schäfer. Hg. v. VDI Verein Deutscher Ingenieure e.V. Online verfügbar unter [https://www.vdi.de/fileadmin/pages/vdi\\_de/redakteure/themen/Zirkulaere\\_Wertschoepfung/Dateien/0046\\_Flyer\\_Zirkulaere\\_Wertschoepfung\\_GPL\\_Internet.pdf](https://www.vdi.de/fileadmin/pages/vdi_de/redakteure/themen/Zirkulaere_Wertschoepfung/Dateien/0046_Flyer_Zirkulaere_Wertschoepfung_GPL_Internet.pdf), zuletzt geprüft am 20.06.2022.

Verband der Metall- und Elektro- Industrie Nordrhein-Westfalen e.V. (2022a): Geschäftsklima Metall (Bund), April 2022. Hg. v. Verband der Metall- und Elektroindustrie Nordrhein-Westfalen e. V. Online verfügbar unter [https://www.metall.nrw/fileadmin/user\\_upload/Geschaeftsklima\\_Metall\\_April\\_2022.pdf](https://www.metall.nrw/fileadmin/user_upload/Geschaeftsklima_Metall_April_2022.pdf), zuletzt geprüft am 13.06.2022.

Verband der Metall- und Elektroindustrie Nordrhein-Westfalen e.V. (2022b): Metall im Trend (NRW). Ausgabe April 2022. Hg. v. Verband der Metall- und Elektroindustrie Nordrhein-Westfalen e. V. Düsseldorf. Online verfügbar unter [https://www.metall.nrw/fileadmin/user\\_upload/Metall\\_im\\_trend\\_April\\_2022.pdf](https://www.metall.nrw/fileadmin/user_upload/Metall_im_trend_April_2022.pdf), zuletzt geprüft am 13.06.2022.

Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V.- VDMA (2019a): Energiewende-Barometer Maschinenbau 2019. Die Umfrageergebnisse im Überblick. Unter Mitarbeit von Robert Kammel und Isabell Vartzbed. Hg. v. VDMA - Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V. Online verfügbar unter [https://www.vdma.org/c/document\\_library/get\\_file?uuid=bb86bf94-5482-607a-d59a-e789a2633371&groupId=34570](https://www.vdma.org/c/document_library/get_file?uuid=bb86bf94-5482-607a-d59a-e789a2633371&groupId=34570), zuletzt geprüft am 19.06.2022.

Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V.- VDMA (2019b): Kunststoff-industrie stellt auf Kreislaufwirtschaft um. Hg. v. VDMA - Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V. Online verfügbar unter <https://www.vdma.org/viewer/-/v2article/render/1247270>, zuletzt aktualisiert am 14.04.2021, zuletzt geprüft am 20.06.2022.

Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V.- VDMA (2021a): 8. Blitzumfrage: NRW-Maschinenbau: Realität dämpft Hoffnung. Hg. v. VDMA - Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V. Online verfügbar unter <https://www.vdma.org/viewer/-/v2article/render/1593300>, zuletzt geprüft am 08.06.2022.

Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V.- VDMA (2021b): Umsatzentwicklung im deutschen Maschinenbau Hg. v. Statista Research Department. Online verfügbar unter <https://www.vdma.org/maschinenbau-zahl-bild>, zuletzt geprüft am 30.05.2022.

Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V.- VDMA (2022): Maschinenbau in Zahl und Bild 2022. Unter Mitarbeit von Ralph Wiechers, Florian Scholl und Holger Paul (Volkswirtschaft und Statistik). Online verfügbar unter [https://www.vdma.org/documents/34570/4890926/MaBiZ\\_2022.pdf/b4bc8559-1c4b-bd0c-b6bd-da0d9c90cca4?t=1649843992368](https://www.vdma.org/documents/34570/4890926/MaBiZ_2022.pdf/b4bc8559-1c4b-bd0c-b6bd-da0d9c90cca4?t=1649843992368), zuletzt geprüft am 30.05.2022.

WIN-Emscher-Lippe GmbH (2019): Integriertes Handlungskonzept für die Emscher-Lippe-Region: Dachkonzept für den Umbau 21. Online verfügbar unter [http://masterplan-bildung.ruhr/wp-content/uploads/2019/05/5.2-Integriertes\\_Handlungskonzept\\_fu%CC%88r-die-ELR\\_Dachkonzept-fu%CC%88r-den-Umbau-21.pdf](http://masterplan-bildung.ruhr/wp-content/uploads/2019/05/5.2-Integriertes_Handlungskonzept_fu%CC%88r-die-ELR_Dachkonzept-fu%CC%88r-den-Umbau-21.pdf), zuletzt aktualisiert am 02.01.2023.

WSM - Wirtschaftsverband Stahl- und Metallverarbeitung e.V. (o.J.): Strukturmerkmale. Hg. v. WSM - Wirtschaftsverband Stahl- und Metallverarbeitung e.V. Online verfügbar unter <https://www.wsm-net.de/wsm-industrie/strukturmerkmale/>, zuletzt geprüft am 12.06.2022.

WSM - Wirtschaftsverband Stahl- und Metallverarbeitung e.V. (2020): Produktion im Jahr 2020 12,8 Prozent unter Vorjahr. Branchenbericht 2020. Hg. v. WSM - Wirtschaftsverband Stahl- und Metallverarbeitung e.V. Online verfügbar unter [https://www.wsm-net.de/fileadmin/user\\_upload/wsm-net/documents/WSM-Branchenbericht\\_2020-12.pdf](https://www.wsm-net.de/fileadmin/user_upload/wsm-net/documents/WSM-Branchenbericht_2020-12.pdf), zuletzt geprüft am 12.06.2022.

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Emscher-Lippe-Region (erstellt von Paul Szabó-Müller 2024, Datenbasis: OpenGeodata.NRW, OpenStreetMap) .....	4
Abbildung 2: Niederlassungen nach Beschäftigten in der Emscher-Lippe-Region (IT.NRW 2022, Tabelle 52111-05i, Stichtag 30.09.2022) .....	5
Abbildung 3: Emscher-Lippe-Region, verarbeitendes Gewerbe nach Betrieben (IT.NRW 2022, Tabelle 4211B-i1, Stichtag 30.09.2022) .....	6
Abbildung 4: Emscher-Lippe-Region, verarbeitendes Gewerbe nach Beschäftigten (IT.NRW 2022, Tabelle 4211B-i1, Stichtag 30.09.2022) .....	6

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Emscher-Lippe-Region, verarbeitendes Gewerbe (IT.NRW 2022, Stand 2022) .....	5
Tabelle 2: Übersicht verarbeitendes Gewerbe und ausgewählte WZ-Zweige (IT.NRW 2022, Stand 2022) .....	7