

Branchenausblick 2030+

Die Papier- und Zellstoffindustrie



Impressum

BRANCHENAUSBLICK 2030+
Die Papier- und Zellstoffindustrie

ERSTELLT IM AUFTRAG VON
Stiftung Arbeit und Umwelt der IG BCE

- Inselstraße 6, 10179 Berlin
- Königsworther Platz 6, 30167 Hannover

Telefon +49 30 2787 14

AUTOREN
Stiftung Arbeit und Umwelt der IG BCE

- Dr. Kajsa Borgnäs
- Dr. Indira Dupuis
- Malte Harrendorf
- Stephan Hoare
- Dr. Klaus-W. West

mit inhaltlicher Unterstützung von Dr. Ulrich Petschow,
Institut für Ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW)

LEKTORAT
Gisela Lehmeier, FEINSCHLIFF

SATZ UND LAYOUT
pandamedien GmbH & Co. KG

TITELBILD
Adobe Stock, pandamedien

DRUCK
Spree Druck Berlin GmbH

VERÖFFENTLICHUNG
Januar 2021

BITTE ZITIEREN ALS
Stiftung Arbeit und Umwelt der IG BCE (2021): Branchenaus-
blick 2030+: Die Papier- und Zellstoffindustrie. Berlin.

Vorwort

Die Bundesrepublik Deutschland und die Europäische Union haben sich ambitionierte Klimaschutzziele gesetzt: Klimaneutralität bis 2050. Im Rahmen des Green Deal wurden die Emissionsminderungsziele für die EU jüngst von -40 auf -55 Prozent bis 2030 (im Vergleich zu 1990) angehoben. Für Deutschland bedeutet dies unter anderem, dass der Ausbau der erneuerbaren Energien deutlich beschleunigt werden muss, dass die CO₂-Zertifikatsmenge im Rahmen des ETS-Systems (Emissions Trading System) schneller reduziert wird, dass der CO₂-Preis voraussichtlich steigt und dass dadurch der Dekarbonisierungsdruck auf die ganze Gesellschaft – und insbesondere auf die Industrie – zunimmt.

Gleichzeitig ist die Klimapolitik nicht der einzige Prozess, der derzeit die Gesellschaft und die Industrie massiv herausfordert. Die Corona-Krise, die Veränderungen der Globalisierung, die Digitalisierung und der demografische Wandel haben große Auswirkungen auf alle Marktakteure.

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

In einer Studienreihe – Branchenausblick 2030+ – untersucht die Stiftung Arbeit und Umwelt der IG BCE die Auswirkungen verschiedener Transformationsprozesse auf ausgewählte Industriebranchen. Der Fokus liegt dabei auf technischen, wirtschaftlichen und regulatorischen Potenzialen zur Nachhaltigkeit und Treibhausgasneutralität, aber auch andere, für die Industriebranchen transformative Entwicklungen werden beleuchtet. Die Studienreihe komplementiert den Szenarienprozess der IG BCE, in dem Zukunftsszenarien und industriepolitische Strategien für die kommende Dekade entwickelt wurden.

Obwohl es immer schwierig ist, mittelfristige Prognosen zu industriellen, wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Veränderungen zu machen, ist ein solcher Blick auf aktuelle Trends und Entwicklungstendenzen notwendig, um strategische Antworten auf strukturelle Veränderungen zu entwerfen. Es geht darum, die Zukunftsfähigkeit der Industrie kritisch zu beleuchten, Risiken zu identifizieren und politischen sowie gewerkschaftlichen Handlungsbedarf zu diskutieren.

Unser Ausgangspunkt ist und bleibt, dass die notwendige industrielle Modernisierung mit sozialer Gerechtigkeit, Guter Arbeit und gestärkter Mitbestimmung einhergehen muss.

Wir hoffen, mit dieser Studienreihe konstruktiv zur Debatte über die Herausforderungen, die Potenziale und die konkrete Ausgestaltung der sozial-ökologischen Transformation in der deutschen Industrie beizutragen.

Ich freue mich auf den Austausch!

Dr. Kajsa Borgnäs

Geschäftsführerin Stiftung Arbeit und Umwelt der IG BCE

Die wichtigsten Ergebnisse auf einen Blick (Zusammenfassung)

Die Papierindustrie gehört zu den rohstoff-, energie- und kapitalintensiven Industrien. Wie andere Industrien des verarbeitenden Gewerbes, insbesondere die energie- und handelsintensiven Industrien in Deutschland, ist die Papierindustrie stark von gesellschaftlichen Transformationsanforderungen und -trends betroffen. Dies sind auf der einen Seite die Globalisierung, die Digitalisierung und der demografische Wandel. Auf der anderen Seite fordern die wachsenden deutschen und europäischen klima- und energiepolitischen Anforderungen die Branche stark heraus. Sie beeinflussen Produktionsstrukturen, Belegschaften, Kundenerwartungen, Lieferketten sowie die wirtschaftlichen und politischen Rahmenbedingungen tiefgehend.

Der Branchenausblick 2030+ „Papier- und Zellstoffherzeugung“ basiert auf der Analyse der aktuellen Forschungslage und Branchendaten sowie auf Interviews mit Vertretern der Branche und ihrer Unternehmen. Die folgenden Fragen stehen im Zentrum:

- (1) Wie ist die wirtschaftliche und handelspolitische Ausgangslage der Papierindustrie, auch mit Blick auf Unternehmensstruktur, Beschäftigung und die Corona-Pandemie?
- (2) Inwiefern ist die Papierindustrie von Transformationstrends wie der Digitalisierung, den Veränderungen der Globalisierung und dem Aufstieg Chinas sowie dem demografischen Wandel getroffen?
- (3) Welche Technologien und Prozesse, aber auch Regularien und politische Weichenstellungen können zu einer erfolgreichen Nachhaltigkeitstransformation und Dekarbonisierung der Branche beitragen?
- (4) Mit Blick auf Innovation, Transformation und Leistungsfähigkeit in den kommenden zehn Jahren: Welche Stärken und Schwächen, Risiken und Chancen ergeben sich für die deutsche Papierindustrie?

Der Branchenausblick zeigt, dass die deutsche (und europäische) Papierindustrie für die anstehenden Transformationsprozesse relativ gut aufgestellt ist – mit innovativen Unternehmen, Kundennähe, qualifizierten Fachkräften und einer vergleichsweise starken Mitbestimmungsstruktur in vielen Unternehmen. Der Papiermarkt verändert sich zwar seit einigen Jahren, die Branche gilt aber als grundsätzlich nachhaltig beziehungsweise auf nachwachsenden Rohstoffen basierend. Papierprodukte könnten in einer zukünftigen Bio- und Kreislaufökonomie eine größere Rolle spielen.

Um den Energie- und Ressourcenverbrauch der Branche zu reduzieren, sind sowohl weitere Effizienzmaßnahmen, aber vor allem Innovations sprünge in vielen Kerntechnologien, -prozessen und -produkten notwendig. Hierfür sind stärkere unternehmens- und branchenübergreifende Innovationsanstrengungen sowie Verbesserungen des regulatorischen Umfelds geboten. Die Stärken, Schwächen, Chancen und Risiken der Branche können wie folgt zusammengefasst werden:

Stärken ("Strengths")

- 😊 Hohe Wettbewerbsfähigkeit deutscher Produkte
- 😊 Innovative Produkte
- 😊 Kundennähe (Export v. a. nach Europa)
- 😊 Papier als nachwachsender Rohstoff
- 😊 Dekarbonisierung technisch möglich/potenziell neue Geschäftsfelder durch nachhaltige Produkte
- 😊 (Duales) Ausbildungssystem und Mitbestimmungsstrukturen sorgen für bessere Innovationslandschaft und können dem Fachkräftemangel entgegenwirken

Chancen ("Opportunities")

- 😊 Verpackungs- und Hygienebereich als Wachstumsfelder
- 😊 Spezialisierung auf hochwertige Nischenprodukte
- 😊 Positives Image durch Kreislaufwirtschaft und nachwachsende Rohstoffe, Bioökonomie
- 😊 Verlängerung der Wertschöpfungskette, neue Anwendungsgebiete, z. B. als Ersatz für fossilbasierte Produkte
- 😊 Beitrag zur Sektorenkopplung und Systemstabilität

Schwächen ("Weaknesses")

- 😞 Hoher Preis- und Wettbewerbsdruck bei Standardprodukten
- 😞 Kapitalintensive Produktion mit geringer Anlagenflexibilität, z. T. alte Anlagenparks
- 😞 Energieintensive Produktion
- 😞 Problematik Fachkräftesicherung und Attraktivität der Branche
- 😞 Unzureichende Innovationsdynamik und -partnerschaften in der Branche
- 😞 Fehlende Rahmenbedingungen für Innovation, Investitionen und Carbon-Leakage-Schutz

Risiken ("Threats")

- 🚫 Drohende Überkapazitäten im Verpackungsbereich
- 🚫 Wachsender internationaler bzw. chinesischer Wettbewerb auf dem europäischen Markt
- 🚫 Demografischer Wandel – Fachkräftesicherung
- 🚫 Steigende Rohstoff- und Energiekosten (Holz, Zellstoff, Altpapier, Energie und CO₂), auch wegen Nutzungskonkurrenz
- 🚫 Verfügbarkeit und Qualität von Altpapier und Holz
- 🚫 Widersprüchliche Anreizsysteme und Marktsignale investitions- und innovationshemmend

Inhalt

Vorwort	3
Die wichtigsten Ergebnisse auf einen Blick (Executive Summary)	4
Abbildungsverzeichnis	7
Tabellenverzeichnis	7
1. Überblick der Branche	8
1.1 Definition der Branche	8
1.2 Wirtschaftliche Lage der Branche	9
1.3 Unternehmensstruktur und Beschäftigung	10
1.4 Längerfristige europäische und globale Entwicklung	10
1.5 Investitionen und Innovationsdynamik	12
1.6 Rohstoffe	13
1.7 Transformation und Nachhaltigkeit	14
2. Transformationstrends: Digitalisierung, Globalisierung, demografischer Wandel	16
2.1 Digitalisierung	16
2.2 Globalisierung und die wachsende Rolle Asiens	17
2.3 Demografischer Wandel und Fachkräftesicherung	18
3. Herausforderung Nachhaltigkeit und Treibhausgasneutralität	21
3.1 Energiebedarf, -kosten und Prozessemissionen	21
3.2 Dekarbonisierungsoptionen	22
3.3 Branchenübergreifende Innovations- und Geschäftsfelder	26
3.4 Handlungsfeld Nachhaltigkeit	27
4. Rahmenbedingungen für eine nachhaltige Papierindustrie	29
5. Fazit: SWOT-Analyse der Papier- und Zellstoffindustrie 2030+	32
Literaturverzeichnis	34

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Papiersorten, Anteil der Gesamtproduktion (Prozent)	8
Abbildung 2: Nachfrage nach Toilettenpapier in der Folge der Corona-Krise 2020	9
Abbildung 3: Beschäftigung, Unternehmen und Papiermaschinen in Europa 1991–2016	11
Abbildung 4: Entwicklung europäischer Produktgruppen 1991–2017	11
Abbildung 5: Entwicklung europäischer Zellstoff- und Altpapierproduktion 1991–2017	12
Abbildung 6: Globaler Papierverbrauch 1961–2016	12
Abbildung 7: Innovationsdynamik der deutschen Papierindustrie	13
Abbildung 8: SWOT-Analyse der deutschen Papierindustrie	33

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Relative Knappheiten nach Berufen 2010–2030	20
Tabelle 2: Energieeinsatz in der Papierindustrie	22
Tabelle 3: Anwendungsmöglichkeiten für Papierprodukte in anderen Branchen	27

1. Überblick der Branche

1.1 Definition der Branche

Die Branche Papier- und Zellstoffindustrie umfasst die Produktion verschiedener Papiersorten sowie die vorgelagerte Erzeugung von Holz- beziehungsweise Zellstoff.¹ Deutschland ist mit rund 25 Prozent Marktanteil der größte Papierproduzent innerhalb der EU und der Viertgrößte weltweit, nach China, den USA und Japan. Die europäische Papierindustrie insgesamt hat einen Anteil von 23 Prozent am globalen Markt.²

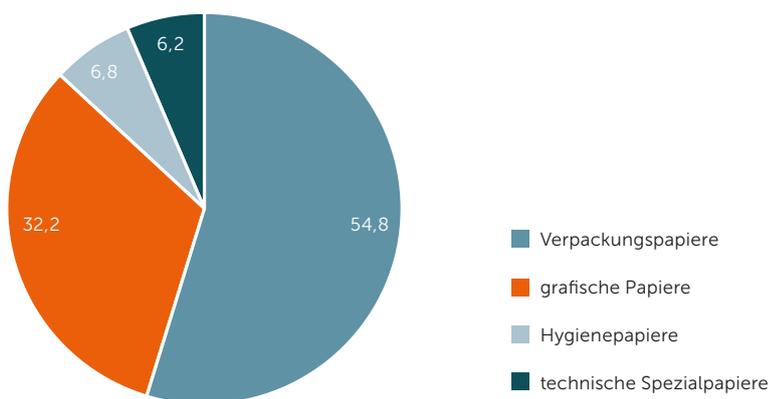
Es wird in der Papierbranche zwischen vier Sortenbereichen unterschieden: Verpackungspapiere, grafische Papiere, Hygienepapiere und Spezialpapiere.

- Verpackungspapiere werden zu Verpackungszwecken verwendet, beispielsweise in der Kosmetik- oder Pharmaindustrie oder im Versandhandel.

- Grafische Papiere sind Papiere, die beschrieben oder bedruckt werden können, wie Papiere für Zeitungen, Magazine, Bücher oder Briefpapier.
- Hygienepapiere umfassen unter anderem Toilettenpapier, Taschentücher sowie Küchentücher.
- Im Segment der technischen und Spezialpapiere werden Papiere für verschiedene (Spezial-)Funktionen produziert. Beispiele sind Dachpappen, Pappen für die Automobilindustrie oder Foto- und Filterpapiere.³

Der Bereich Verpackungspapiere ist der größte Bereich mit 54,8 Prozent der deutschen Produktion (2019); die Produktion von grafischen Papieren hat einen Anteil von 32,2 Prozent; Hygienepapiere haben einen Anteil von 6,8 Prozent an der Gesamtproduktion und technische und

Abbildung 1: Papiersorten, Anteil der Gesamtproduktion (Prozent)



Quelle: VDP 2020

¹ Die EU nutzt statistische Normen für die Erhebung, Übermittlung und Veröffentlichung nationaler und gemeinschaftlicher Statistiken zu den Wirtschaftszweigen, sodass Unternehmen, Finanzinstitute, Regierungen und andere Binnenmarktteilnehmer Zugang zu einheitlichen, verlässlichen und vergleichbaren Daten haben. Hierfür wird das Wirtschaftsklassifikationssystem „NACE“ genutzt. Das hier verwendete Güterverzeichnis stammt aus dem Statistischen Bundesamt, Abteilung 17: Papier, Pappe und Waren daraus: Statistisches Bundesamt Destatis 1. Nach den Klassifikationen des Statistischen Bundesamtes fällt diese Branche in Abteilung NACE 17 „Herstellung von Papier, Pappe und Waren“. Sie findet sich in der statistischen Systematik der Wirtschaftszweige in der Europäischen Gemeinschaft (NACE Rev. 2) auf S. 68. Abteilung 17 ist in zwei Gruppen untergliedert: 17.1 „Herstellung von Holz- und Zellstoff, Papier, Karton und Pappe“ und 17.2 „Herstellung von Waren aus Papier, Karton und Pappe“.

² CEPI 2018, 10f.

³ VDP 2020b.

Spezialpapiere machen 6,2 Prozent aus (Abbildung 1).⁴ Insgesamt werden rund 3 000 verschiedene Papiersorten in Deutschland produziert.⁵

1.2 Wirtschaftliche Lage der Branche

2019 wurden 22,1 Millionen Tonnen Papier, Karton und Pappe in Deutschland produziert, 2,7 Prozent weniger als 2018. Die Branche erwirtschaftete 2019 14,3 Milliarden Euro; 2018 lag der Umsatz bei 15,5 Milliarden Euro.⁶ Dabei ging der Inlandsabsatz 2019 um 3,9 Prozent zurück; der Auslandsabsatz ist aber um 0,6 Prozent gestiegen. Auf den Umsatz betrachtet ist die Papier- und Zellstoffindustrie die zehntgrößte Industriebranche in Deutschland.⁷ Der Auslastungsgrad der Papiermaschinen liegt bei 92 Prozent; in den vergangenen Jahren wurden einige Maschinen stillgelegt.⁸

Im Jahr 2019 exportierte Deutschland Produkte aus Papier, Pappe und Waren daraus im Wert von 20 Milliarden Euro und importierte Produkte für rund 15 Milliarden Euro. Die Exportquote liegt bei rund 57 Prozent des Umsatzes und ist in den vergangenen Jahren kontinuierlich gestiegen.⁹ Europäische Nachbarländer nehmen knapp 80 Prozent der Exporte ab, allen voran Polen. Knapp 26 Prozent

der deutschen Exporte erfolgten in die osteuropäischen Länder. Die Exporte nach Asien sanken 2019 um ein Prozent. Vor den USA ist Deutschland das größte Importland der Welt für Papier, Karton und Pappe,¹⁰ auch innerhalb der EU ist es der größte Importeur und Exporteur von Papierwaren.¹¹ 2019 betrug die Importquote 55,5 Prozent. Schweden ist das größte Lieferland nach Deutschland.¹²

Der Papiermarkt verändert sich seit mehreren Jahren. Während die Produktion von grafischen Papieren rückläufig ist – insbesondere wegen der kontinuierlich sinkenden Zeitungsauflagen¹³ – steigt sie im Bereich der Verpackungspapiere sowie leicht in den Bereichen Hygiene- und Spezialpapiere. Dieser Trend hat sich im Laufe der Corona-Pandemie 2020 verstärkt. Aktuell (Stand Januar 2021) ist aber schwer zu überblicken, ob die Corona-Pandemie mittel- bis langfristige Veränderungen der deutschen und europäischen Papierindustrie bewirken wird. Am Anfang des Jahres 2020 hat die Papierbranche wie viele andere Industriebranchen die Erfahrung gemacht, dass sich Lieferketten teilweise als wenig robust erwiesen haben.¹⁴ Verschiedene Sparten wurden aber sehr unterschiedlich von der Krise getroffen. Ab Mitte Februar 2020 stieg in Europa die Nachfrage nach Toilettenpapier sowie vielen an-

Abbildung 2: Nachfrage nach Toilettenpapier in der Folge der Corona-Krise 2020



Quelle: BCSE

⁴ VDP 2020.
⁵ Vgl. VDP 2019a; VDP 2019b.
⁶ VDP 2020.
⁷ Statista 1.
⁸ VDP 2020.
⁹ Laut Statistischem Bundesamt 2020: absolute Zahlen: Exporte 20.154 Mio. €, Importe 15.069 Mio. €, Stand 18.06.2020.
¹⁰ Vgl. VDP 2019b, 26.
¹¹ Eurostat, letzte Datenaktualisierung: 06.02.2020.
¹² VDP 2020.
¹³ Baumann 2018.
¹⁴ Fieten 2020; VDP 2020a und EUWID 2020a.

deren Hygieneartikeln stark an (Abbildung 2).¹⁵ Vertreter der Branche erwarten, dass auch nach der Corona-Pandemie insbesondere der Bereich Professional Hygiene in Krankenhäusern, Büros und zu Hause eine wichtigere Rolle einnehmen könnte. Eine weitere Folge der Pandemie könnte ein langfristig erhöhter Verbrauch von Verpackungspapier für den Online-Handel sein.¹⁶ Dennoch ist die Corona-Pandemie laut Branchenvertretern nicht vorrangig als „Game-Changer“ zu verstehen, sondern scheint vor allem Trends und Verschiebungen zu verstärken, die schon vorher sichtbar waren.¹⁷

1.3 Unternehmensstruktur und Beschäftigung

Es gibt in Deutschland 156 größtenteils mittelständisch strukturierte Betriebe in der Papier- und Zellstoffindustrie.¹⁸ Die durchschnittliche Betriebsgröße liegt bei 216 Beschäftigten.¹⁹ Allerdings weisen auch hier die Sparten innerhalb der Branche Unterschiede auf: Die Unternehmen, die Schreibwaren produzieren, sind eher kleine oder mittelständische Betriebe. Im Haushalts- und Hygienebereich besteht die Mehrheit der Unternehmen aus Großbetrieben mit über 500 Beschäftigten. Teilweise dominieren internationale Konzerne die deutschen Standorte. Daneben gibt es zahlreiche familiengeführte Unternehmen, die sich zum Teil mit Nischenprodukten auf dem Markt behaupten. In manchen Regionen Deutschlands – zum Beispiel in Nordrhein-Westfalen, Baden-Württemberg und Sachsen – herrscht eine besonders hohe Standortdichte. Dort hat die Papierbranche eine große regionalwirtschaftliche Bedeutung.²⁰

2019 beschäftigte die Branche insgesamt 39 850 Menschen, verzeichnete aber einen Beschäftigtenrückgang von 1,7 Prozent verglichen mit dem Vorjahr.²¹ Längerfristig betrachtet blieb die Beschäftigung in der Branche im vergangenen Jahrzehnt relativ stabil. In der Entwicklung verschiedener Sparten gab es aber Verschiebungen, die auch die Qualifikationsstruktur der Beschäftigten betrafen. So wurde beispielsweise der Anteil von Fachkräften immer größer und ein Arbeitsplatzabbau ging in erster Linie zu Lasten von An- und Ungelernten.²²

Gewerkschafts- und tarifpolitisch werden die Beschäftigten von IG BCE (historisch IG Chemie-Papier-Keramik) oder ver.di (historisch IG Druck und Papier) vertreten. Etwa 60 Prozent der Betriebe und 80 Prozent der Beschäftigten werden von Flächentarifverträgen gedeckt, 13 respektive 10 Prozent von Haustarifverträgen. Rund 26 Prozent der Betriebe und 11 Prozent der Beschäftigten haben keinen Tarifvertrag.

1.4 Längerfristige europäische und globale Entwicklung

Längerfristig betrachtet verringerte sich aufgrund von Rationalisierungen in der ehemaligen DDR sowie einer starken Konsolidierungswelle im ersten Jahrzehnt nach der Jahrtausendwende in Deutschland und Europa die Zahl der Beschäftigten sowie der Papiermaschinen und Unternehmen (Abbildung 3).

Auf der Produktionsseite befand sich die europäische Papierindustrie aber bis zur Finanzkrise 2008 wegen effizienterer Maschinen auf einem kontinuierlichen Wachstumspfad.²³ Danach ging die Produktion zurück oder stagnierte (Abbildung 4), eine Ausnahme ist das Segment Verpackungspapiere. Gleichzeitig rief die wachsende Nachfrage in Asien, insbesondere China, höhere Exportraten hervor.²⁴

Die europäische Zellstoff- sowie Altpapierproduktion entwickelte sich ähnlich wie die Produktion von Endprodukten: Bis 2007 stieg die Produktion, danach stagnierte sie (Abbildung 5).

Auch der globale Papierverbrauch zeigt einen ähnlichen Verlauf. Er wuchs in den vergangenen Dekaden bis etwa zum Jahr 2007. Danach flachte das Wachstum ab. Elektronische Medien substituierten Printmedien, was vor allem in Nord-Amerika zu einer sinkenden Nachfrage führte. Sie wurde durch einen allgemeinen Verbrauchszuwachs in Asien kompensiert (Abbildung 6). Für die Zukunft wird ein globales Wachstum in Hygiene-, Verpackungs- und Zellstoffbereichen vor allem im asiatischen, osteuropäischen und lateinamerikanischen Raum erwartet.

¹⁵ Beispielhaft gab der Essity-Konzern, zu dem die Marken „BSN medical“, „Tempo“, „Zewa“ und „Danke“ gehören, einen höheren Umsatz im ersten Quartal 2020 bekannt, teilweise in der Folge der COVID-19-Pandemie: Essity (2020). Ferner: Freytag, Diemand 2020.

¹⁶ Jaensch 2019.

¹⁷ BVSE 2020.

¹⁸ VDP 2019b, 36.

¹⁹ Statistisches Bundesamt 2018.

²⁰ Vgl. BMWi 2019, 4; IG BCE 2016.

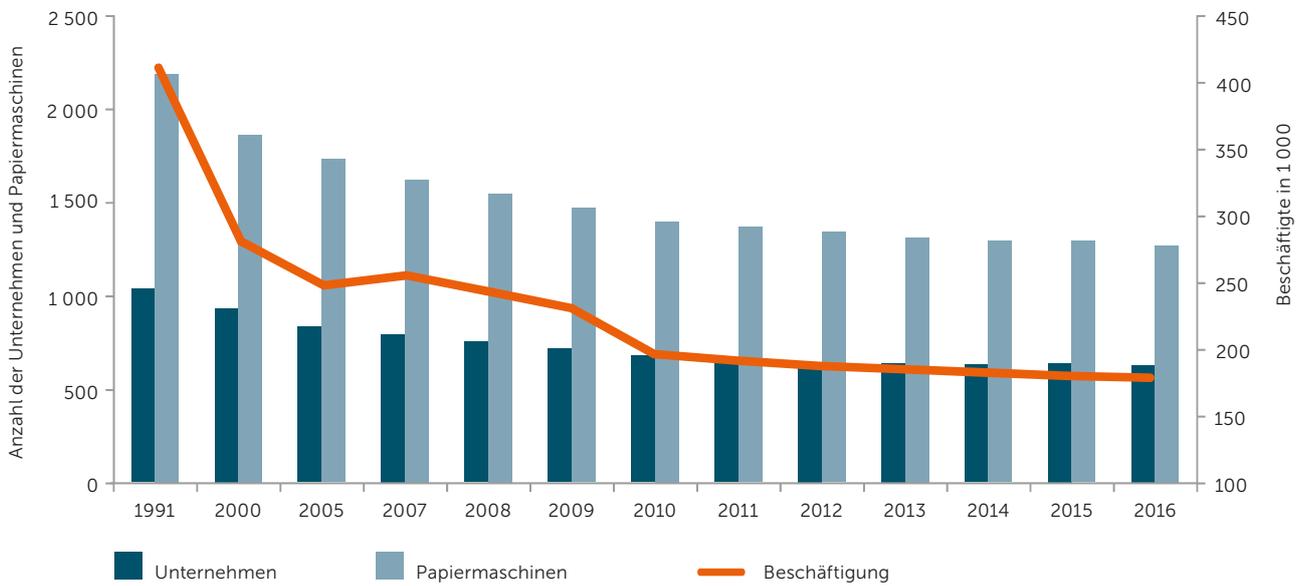
²¹ VDP 2019a; VDP 2020.

²² HBS 2013.

²³ VDP 2019b.

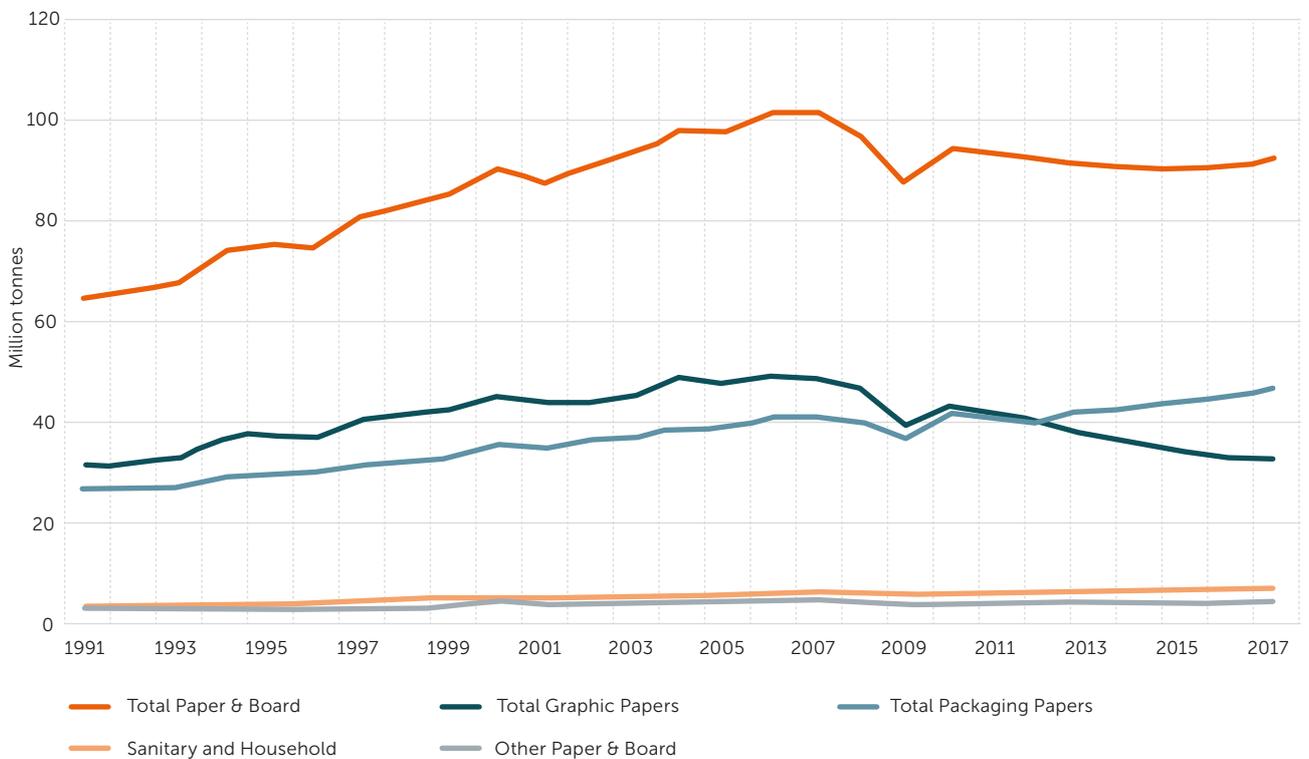
²⁴ Vgl. Roth et al. 2016.

Abbildung 3: Beschäftigung, Unternehmen und Papiermaschinen in Europa 1991–2016



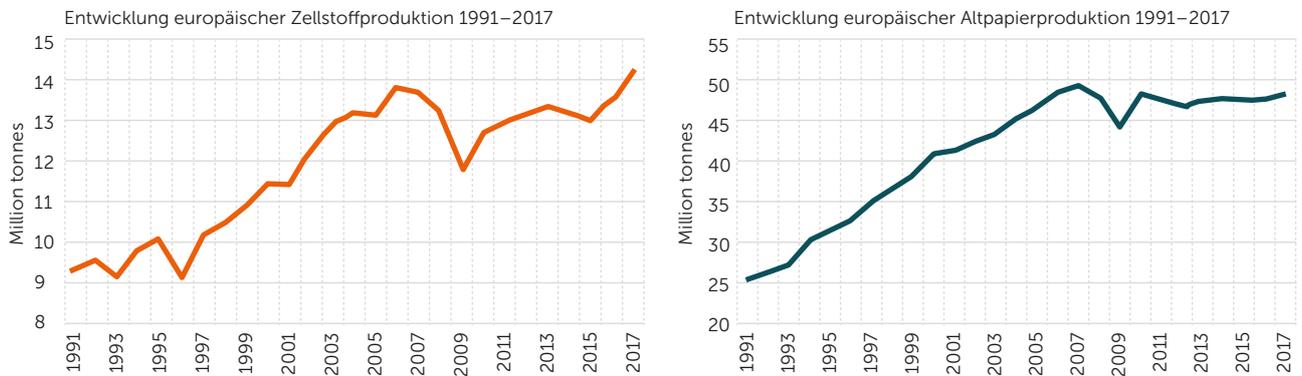
Quelle: CEPI, Key Statistics 2016

Abbildung 4: Entwicklung europäischer Produktgruppen 1991–2017



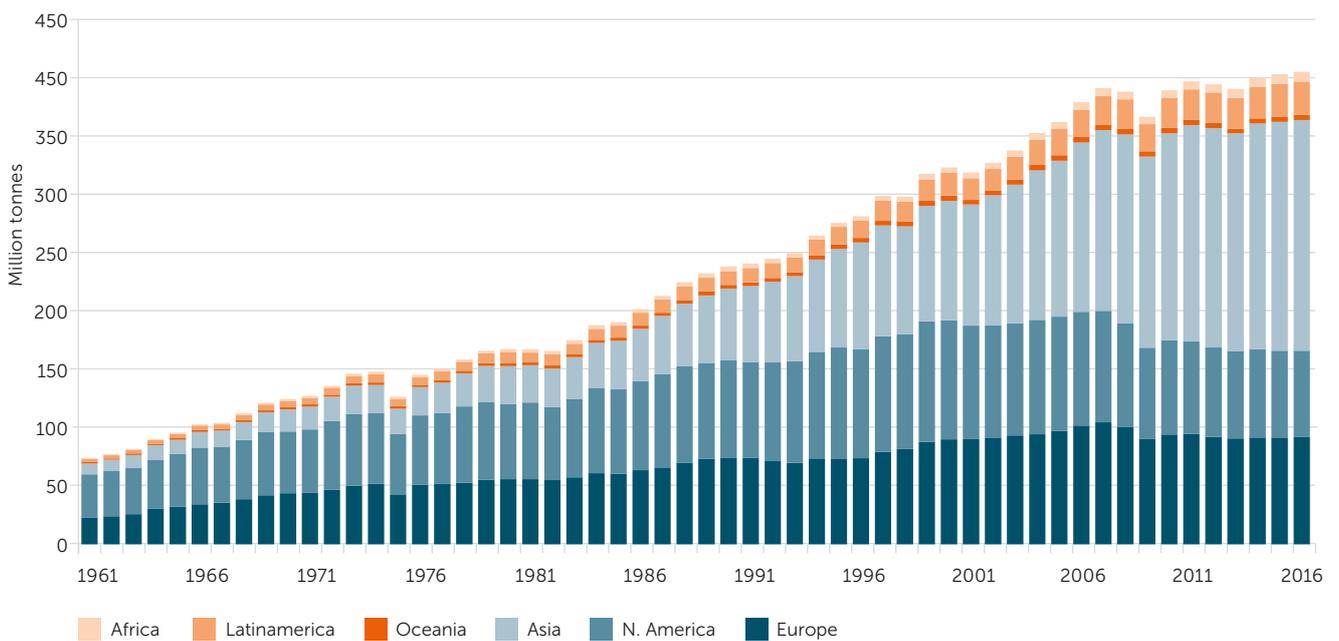
Quelle: CEPI 2017

Abbildung 5: Entwicklung europäischer Zellstoff- und Altpapierproduktion 1991–2017



Quelle: CEPI, Key Statistics 2017

Abbildung 6: Globaler Papierverbrauch 1961–2016



Quelle: FAO

Die Unternehmensstruktur der globalen Papierindustrie veränderte sich ebenfalls. Die Konzentration, insbesondere auf dem amerikanischen Markt, hat in manchen Marktsegmenten stark zugenommen. In Europa und Asien ist der Markt aber bislang relativ wettbewerbsfähig geblieben.

1.5 Investitionen und Innovationsdynamik

Die Investitionsausgaben der deutschen Papier- und Zellstoffindustrie lagen 2019 bei 925 Millionen Euro.²⁵ Viele Unternehmen der Branche betreiben kontinuierlich Forschung und Entwicklung (FuE) und die Branche be-

²⁵ VDP 2020.

schäftigt überdurchschnittlich viele Mitarbeiter*innen in Unternehmen mit FuE. Im Vergleich mit der deutschen Wirtschaft insgesamt verfügt die Papierbranche über überdurchschnittlich viele Unternehmen, die Marktneuheiten herausbringen. Gleichzeitig ist die Innovationsintensität²⁶ der Papierindustrie stark zyklisch geprägt. Sie schwankte in den Jahren 2008 bis 2018 zwischen 1,1 und 1,9 Prozent als Anteil am Umsatz.²⁷ Die Innovationsaufwendungen der Papierbranche lagen zwischen 470 und 760 Millionen Euro jährlich.²⁸ Beim Branchenvergleich liegt die deutsche Papierindustrie bezüglich der Innovationsintensität somit im Mittelfeld (Abbildung 7).²⁹

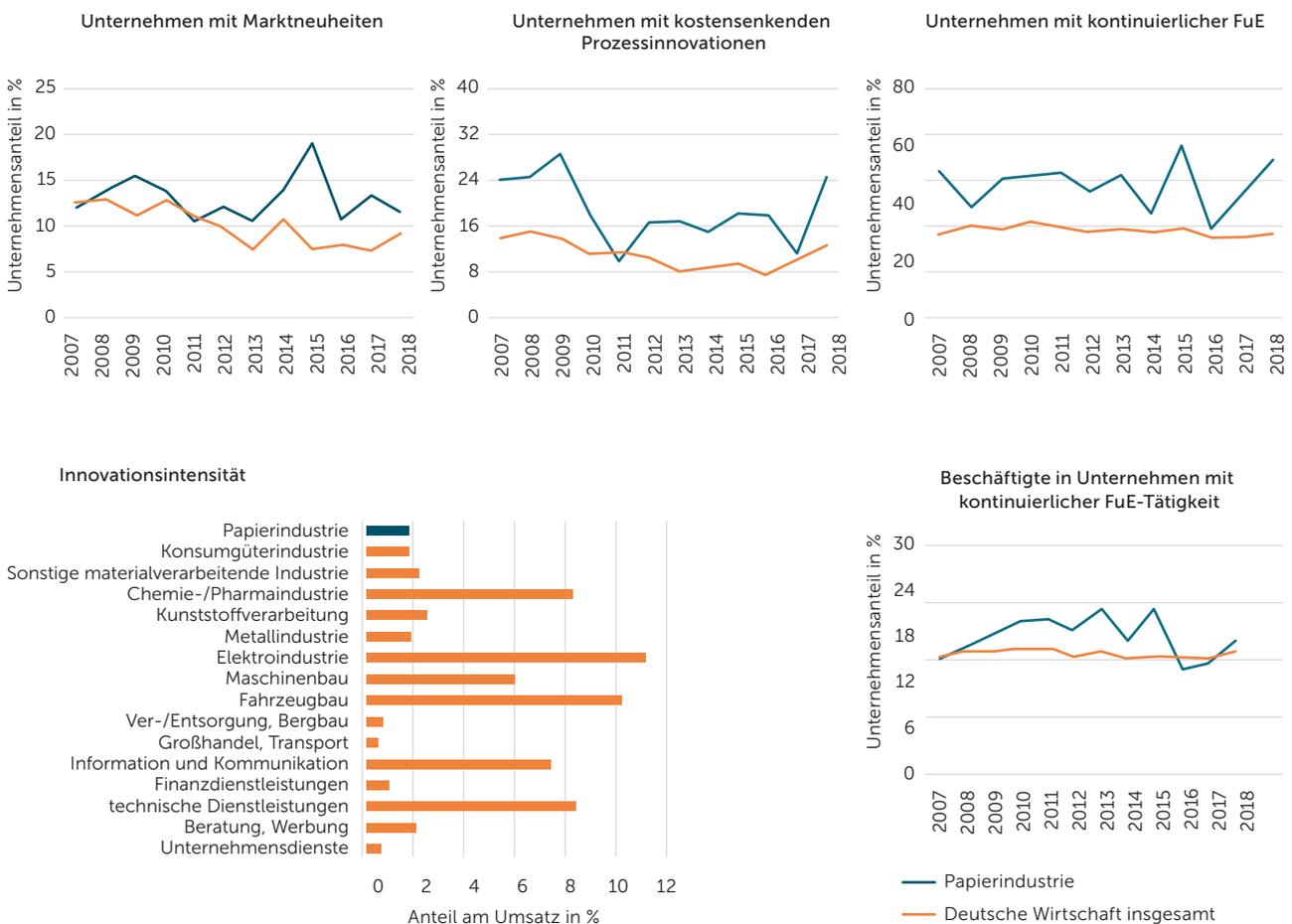
Die Innovationsdynamik der Branche erhält derzeit starke Anreize insbesondere von den Zielen der beibehaltenen

Wettbewerbsfähigkeit, der Nachhaltigkeit/Treibhausgasneutralität und der Digitalisierung. Das Innovationsgeschehen ist stark auf die Erhöhung der Produktivität und die Senkung des spezifischen Ressourcenverbrauchs (Energie, Rohstoffe, Wasser und Chemikalien) gerichtet. Zudem erforschen viele Marktteilnehmer neue Produktportfolios beziehungsweise neue Felder der Anwendung für einen im Grunde knapp 2 000 Jahre alten – und nachwachsenden – Werkstoff.³⁰

1.6 Rohstoffe

Der wichtigste Rohstoff der deutschen Papierindustrie ist Altpapier (Sekundärfasern) mit einem Anteil von knapp 78 Prozent. Der Verbrauch von Altpapier als Rohstoff ist im vergangenen Jahrzehnt gewachsen, obwohl die

Abbildung 7: Innovationsdynamik der deutschen Papierindustrie



Quelle: ZEW 2019

²⁶ Die Innovationsintensität bezeichnet den Anteil der Innovationsaufwendungen aller Unternehmen am Branchengesamtumsatz.

²⁷ Statista 4.

²⁸ Statista 5.

²⁹ ZEW 2020.

³⁰ Laudenschlager 2017.

Papierproduktion im gleichen Zeitraum leicht zurückging. Deutschland hat ein Altpapieraufkommen von 15,2 Millionen Tonnen und einen Verbrauch von 17,2 Millionen Tonnen (2019). Die deutsche Papierindustrie nimmt hinter China und den USA international eine Spitzenstellung ein: In diesen drei Ländern und Japan werden fast 55 Prozent des weltweiten Altpapieraufkommens verbraucht.³¹

Der verbleibende, nicht aus Altpapier gedeckte Bedarf an Primärzellstoff wird zu rund 80 Prozent aus importiertem und zu 20 Prozent aus heimisch produziertem Zellstoff gedeckt. Etwa 40 Prozent des in Deutschland verarbeiteten Zellstoffs stammen aus Skandinavien, fast ein Viertel aus Brasilien und geringere Mengen aus Chile, Uruguay und Indonesien.³² Auf dem europäischen Markt für Zellstoff ist Deutschland nach Schweden, Finnland und Polen mit 6,4 Prozent der viertgrößte Produzent.^{33, 34} Der Bedarf an Holz wird vorwiegend aus dem Inland gedeckt. Sonstige Rohstoffe sind Mineralien, Additive, Füllstoffe und sonstige Hilfsmittel, die einen Anteil von knapp 14 Prozent des Rohstoffeinsatzes ausmachen.³⁵

Einzelne Papierfabriken in Deutschland haben ihre eigene Holzstoff- beziehungsweise Zellstoffherzeugung. Es existieren insgesamt sechs Zellstoffwerke: Neben zwei großen Marktzellstoffwerken (mit über 1 000 Mitarbeitern und einem Umsatz von über einer Milliarde Euro), die den Zellstoff in Platten an externe Kunden verkaufen, gibt es vier integrierte Werke, die den erzeugten Zellstoff in die Papierfabrik des eigenen Unternehmens pumpen.³⁶

Die Zellstoff- und Altpapierpreise werden global gesetzt. In den vergangenen Jahren waren diese sehr volatil. China trug seinen Anteil dazu bei. Die Entscheidung der chinesischen Führung im Jahr 2017, die chinesischen Importe von Altpapier zu begrenzen, sorgte am Weltmarkt für ein Überangebot von Altpapier, was die Preise stark fallen ließ. Gleichzeitig stieg der Bedarf chinesischer Papierfabriken an Frischzellstoff, mit dem eine Verknappung an Zellstoff am weltweiten Markt einherging, was den Zellstoffpreis massiv steigen ließ. Doch schon im Laufe des Jahres 2019 kam es beim Zellstoff aufgrund niedrigerer Nachfrage zum Preiseinbruch. Aktuell hat die Corona-Pandemie zu einer Veränderung der Zellstoff-Endmärkte geführt, welche sich auch in einer volatilen Preisgestaltung widerspiegelt. Bis April 2020 sind die Preise um durchschnittlich vier Prozent gestiegen. Im Mai und Juni sind sie um durchschnittlich fünf Prozent gefallen. Während der Preis für

Altpapier noch im ersten Quartal 2020 aufgrund sehr hoher Lagerbestände sowie zurückgehender Aufträge bei gleich hoher Anlieferung und eingeschränkten Exportmöglichkeiten fiel, kam es im zweiten Quartal zu einem massiven Preisanstieg. In den vergangenen Monaten hat sich der Preis schrittweise stabilisiert.

Mit Blick auf die Zukunft sind sowohl die Verfügbarkeit als auch der Preis von Altpapier und Frischfasern eine wachsende Herausforderung der Branche. Die Verfügbarkeit von Altpapier ist unter anderem deshalb eine Herausforderung, da die Qualität der verfügbaren Altpapiere nicht immer den Qualitätsvorgaben in der Produktion entspricht (Kapitel 3). In der Folge des Klimawandels verändern sich die Wälder, und eine wachsende Nutzungskonkurrenz ist denkbar.

1.7 Transformation und Nachhaltigkeit

Die Papierindustrie gehört zu den rohstoff-, energie- und kapitalintensiven Industrien. Wie andere Branchen des verarbeitenden Gewerbes, insbesondere die energieintensiven Industrien in Deutschland (EID), ist die Papierindustrie stark von gesellschaftlichen Transformationsanforderungen und -trends betroffen. Dies sind auf der einen Seite die Globalisierung, die Digitalisierung und der demografische Wandel (Kapitel 2). Auf der anderen Seite fordern die wachsenden deutschen und europäischen klima- und energiepolitischen Anforderungen die Branche stark heraus (Kapitel 3). Sie beeinflussen Produktionsstrukturen, Belegschaften, Kundenerwartungen, Lieferketten sowie die wirtschaftlichen und politischen Rahmenbedingungen tiefgehend.

Insbesondere das Ziel Deutschlands und der EU, bis 2050 die Treibhausgasneutralität zu erreichen, setzt die Papierindustrie mit Blick auf Rohstoff- und Energieeinsatz, Produkte und Produktionsprozesse unter einen wachsenden Druck. Obwohl der Altpapiereinsatz weniger energieintensiv ist als der Einsatz von Frischfasern, stellt die Aufbereitung von Altpapier für die deutschen Papierhersteller den CO₂-intensivsten Prozessschritt dar. Die Forderung nach Nachhaltigkeit hat somit einen prinzipiellen Konflikt zwischen einem erhöhten Recyclingbedarf (Altpapiereinsatz) und der notwendigen Minderung des CO₂-Ausstoßes der Branche entstehen lassen.

Die deutsche Papierindustrie ist im internationalen Vergleich innovativ und ressourceneffizient. Sie reagierte

³¹ VDP 2020.

³² Umweltbundesamt 2.

³³ FAO 2020.

³⁴ Statista 3.

³⁵ VDP 2020.

³⁶ VDP 2020e.

früh auf die Ansprüche einer zunehmend umweltbewussten Gesellschaft mit entsprechenden Zertifizierungen (zum Beispiel PEFC, FSC³⁷) und Validierungsverfahren (zum Beispiel ISO 14001, 50001³⁸).³⁹ Die Unternehmen konnten durch die Entwicklung von neuen Produkten und Verfahren die Ressourceneffizienz erheblich steigern.⁴⁰ Neben diesen Innovationen zur Prozess- und Rohstoffeffizienz haben in der vergangenen Dekade auch Produktinnovationen, die beispielsweise auf die Möglichkeiten der Formgebung und Resistenz von Papier zielten, eine wachsende Rolle gespielt. In der Zukunft könnte dies dazu führen, dass Papier verstärkt mit bestimmten Kunststoffen in Konkurrenz tritt.⁴¹ Beispielsweise werden extrem reißfeste und robuste Krepppapiere für die Automobilindustrie genutzt. Papier kann zudem als Isolationsplatte verwendet werden und 3-D-Drucker auf Papierbasis können für die kostengünstige Prototypen-Erstellung eingesetzt werden (Kapitel 3).

Gleichzeitig sind die Investitionszyklen der Branche sehr lang. Es lässt sich keine durchschnittliche Lebensdauer von Papiermaschinen für Mutterrollen angeben, dennoch ist der Maschinenpark der deutschen Papierbranche nach Einschätzung des Branchenverbands VDP im Vergleich mit anderen deutschen Industriebranchen relativ jung.⁴² Allerdings ist die Grundsubstanz mancher Maschinen fast 70 Jahre alt. Die Maschinen werden ständig nachgerüstet und erst grundsätzlich erneuert, wenn das nicht mehr möglich beziehungsweise die Anlage nicht mehr rentabel ist.

Zusammenfassend lässt sich festhalten: Die deutsche Papierindustrie hat sich trotz Veränderungen von Markt und Konsum in den vergangenen Jahren als relativ wandlungsfähig, flexibel und wettbewerbsfähig erwiesen. Die Branche zeichnet sich durch Kundennähe, die zentrale Lage innerhalb Europas, eine hohe Fertigungstiefe, Qualität und Kompetenz sowie durch innovative und finanzstarke Großkonzerne und KMUs aus. Mit ihrem hohen Recyclinganteil und den Energieeinsparungen der vergangenen Jahrzehnte hat sich die deutsche Papierindustrie auf den Weg in eine nachhaltige und treibhausgasneutrale Zukunft gemacht. Diese Stärken gilt es für die anstehenden Transformationsprozesse zu nutzen und weiter zu entwickeln. Denn sowohl mit Blick auf die Globalisierung, den demografischen Wandel, die Digitalisierung sowie die weitere Treibhausgasminderung und Ressourcenschonung stehen der Papierindustrie noch gewaltige Herausforderungen bevor.

³⁷ PEFC und FSC sind Waldzertifizierungssysteme. Sie stellen hohe Anforderungen insbesondere an die Nachhaltigkeit, an die Umweltverträglichkeit der Waldbewirtschaftung, die Arbeitsqualität und an die soziale Kompetenz der Forstbetriebe.

³⁸ Die internationale Norm ISO 14001 legt Anforderungen an ein Umweltmanagementsystem fest, mit dem eine Organisation ihre Umweltleistung verbessern, rechtliche und sonstige Verpflichtungen erfüllen und Umweltziele erreichen kann. ISO ist ein Energiemanagementsystem für Unternehmen.

³⁹ Mediamundo o. J.

⁴⁰ Europäische Kommission o. J.

⁴¹ Markus Biesalski, Professor für Makromolekulare Chemie und Papierchemie an der TU Darmstadt, zitiert nach Laudenschlager 2017.

⁴² VDP 2020e.

2

2. Transformationstrends: Digitalisierung, Globalisierung, demografischer Wandel

2.1 Digitalisierung

Digitalisierung und das Produktportfolio

Die Digitalisierung der Gesellschaft macht sich im Produktportfolio der Papierindustrie bisher vor allem durch zwei Trends bemerkbar: durch den Wandel des Medienmarkts von Print zu elektronischen beziehungsweise digitalen Medien sowie durch den zunehmenden Online-Handel.

Seit Jahrzehnten sinken die Zeitungsauflagen und in allen Printmedienbereichen etablieren sich neue digitale Angebote, Geschäftsmodelle und Plattformen.⁴³ Die Gesamtauflage der deutschen Tagespresse hat sich seit dem Jahr 2000 fast halbiert. Entsprechend sank die Produktion von grafischen Papieren. Der grafische Sektor war über Jahre hinweg von Überkapazitäten geprägt. Mittlerweile hat sich die Branche angepasst.

Ein zweiter Trend ist der zunehmende Versandhandel über Online-Plattformen, was insbesondere in der jüngeren Generation sichtbar ist und sich mit der Corona-Pandemie verstärkte. Die Produktion der Verpackungspapiere ist entsprechend kontinuierlich angestiegen, in Deutschland, Europa und global. Es wird erwartet, dass diese Entwicklung sich fortschreiben wird. Gleichzeitig werden vielerorts durch den Online-Handel Verpackungen zweitrangig bei Kaufentscheidungen, was die Herstellung von Verpackungen (etwa Design) negativ beeinflussen könnte.

Weiter ist ein Rückgang der Schreibwaren infolge der Digitalisierung zu beobachten. Zwar ist die seit den 1970er-Jahren geäußerte Prophezeiung einer papierlosen Gesellschaft bisher nicht eingetreten. Jedoch stehen viele Digitalisierungsstrategien erst am Anfang ihrer Realisierung. Ein Beispiel ist die deutsche Verwaltung – hier laufen noch viele Prozesse über Papier und die nötigen Plattformen sind erst im Aufbau begriffen. Auf Bundesebene wurde erst in der 18. Legislaturperiode das Programm „Digitale Verwaltung 2020“ erarbeitet.

Noch 2017 hatten Bundesregierung und Behörden des Bundes circa 1 255 Milliarden Blatt Papier verbraucht. Das Ziel des Programms war die vollständige Digitalisierung aller Akten bis Ende 2020. Darüber hinaus wurden im Corona-Konjunkturpaket von Juni 2020 weitere Finanzmittel für die öffentliche und private Digitalisierung von Verwaltungsabläufen bereitgestellt.⁴⁴ Auch in der Wirtschaft wickelten im Jahr 2017 noch 19 Prozent der Unternehmen ihre Verwaltungsarbeit komplett auf Papier ab. Allerdings haben 75 Prozent der Unternehmen schon die Hälfte oder mehr der Prozesse auf eine papierlose Abwicklung umgestellt.⁴⁵

Auch die Logistikbranche hat ein großes Optimierungspotenzial durch Digitalisierung festgestellt: Papier könne unter anderem bei den Frachtbegleitdokumenten eingespart werden.⁴⁶ In allen Wirtschaftssegmenten könnte zudem durch die sogenannte Smart Maintenance der Papierkonsum reduziert werden. Es ist zu erwarten, dass die Kontrolle und Dokumentation der Inbetriebnahme von Maschinen sowie von Überprüfungs-, Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten sukzessive auf digitale Geräte umgestellt wird.⁴⁷ In der Summe verstärken somit diese Entwicklungen die bereits beobachteten Tendenzen hin zu mehr Verpackungspapierverbrauch und weniger Verbrauch von grafischen Papieren.

Digitalisierung in der Produktion

Der Blick in die Unternehmen und Betriebe zeigt, dass die Papierbranche ebenso wie viele andere Industriebranchen erst am Anfang der Digitalisierung von Produktionsprozessen steht. Am grundsätzlichen Verfahren der Papierherstellung hat sich trotz aller Optimierungen wenig geändert. Dennoch steht die Papiererzeugung mit der Digitalisierung vor möglicherweise größeren technischen Fortschritten. Dazu gehören beispielsweise der Einsatz von 3-D-Druckern beziehungsweise Faserguss-Anlagen auf Papierbasis. Mit ihnen lässt sich Prototypen- und Kleinserienherstellung umsetzen. Dazu gehört auch die

⁴³ Hans-Bredow-Institut 2017.

⁴⁴ Vgl. Bundesregierung 2019.

⁴⁵ Bitkom 2017.

⁴⁶ Bitkom 2019.

⁴⁷ acatech 2019.

Idee des digitalen Produktzwilling, der bereits bei Konzeption und Design von Produkten sowie Prozessen entsteht und den realen Zwilling während des gesamten Lebenszyklus begleitet. Verbraucherdaten werden bereits bei Produktherstellungsprozessen verstärkt genutzt; darauf basierend werden zunehmend Tailor-Made-Produkte angeboten. Damit lassen sich auch gezielt Nischen besetzen. Grundsätzlich wird zudem erwartet, dass die Unternehmen der Papierbranche die digitalen Technologien deutlich stärker nutzen könnten, um die Effizienz sowohl in der Produktion als auch in Logistik und Vertrieb weiter zu erhöhen. In einer Studie von McKinsey & Co wurde geschätzt, dass die Gesamtkosten der Branche durch die stärkere Einführung digitaler Fertigungstechnologien um bis zu 15 Prozent gesenkt werden könnten. Das Unternehmen bewertet das Potenzial, insbesondere die Logistik effizienter zu machen, als sehr groß: Sogenannte B2B2C-Wertschöpfungsketten könnten beispielsweise in den Verpackungssegmenten oder bei Tissue-Produkten den Weg zwischen Herstellern und Endverbrauchern deutlich verkürzen.⁴⁸

Zusammengefasst werden mit der Digitalisierung mehr Datentransparenz, Interaktion und digitale Services bei der Produktion möglich.

Um der Digitalisierung der Produktionsprozesse der Papierindustrie einen Schub zu geben, wird von Branchenvertretern die Notwendigkeit gesehen, konkrete Digitalisierungsstrategien beziehungsweise branchenübergreifende Digitalisierungs-Roadmaps zu erstellen. Diese könnten die erforderliche Infrastruktur und den Investitionsbedarf für weitere Digitalisierungsschritte betriebsübergreifend erfassen und gestalten.

Digitalisierung und Arbeit

Untersuchungen zu den Auswirkungen der Digitalisierung auf die Arbeit in der Papierindustrie sind rar. In einer Umfrage im Jahr 2019⁴⁹ gab die Mehrheit der befragten Beschäftigten der Papierbranche an, den Maßnahmen zur Digitalisierung im Betrieb positiv gegenüberzustehen. Digitalisierung könne ein wichtiger Hebel der zukünftigen Wettbewerbsfähigkeit des eigenen Betriebs sein sowie den Arbeitsalltag in vielen Aspekten erleichtern.

Allerdings wusste die Mehrheit der Befragten wenig über den konkreten Inhalt der Digitalisierungsstrategien in ihren Unternehmen. Zudem führten sie zum Teil negative Veränderungen ihrer Arbeit auf die Digitalisierung zurück: Es gebe „mehr Stress auf der Arbeit“ und von ihnen werde zunehmend erwartet, mehrere Aufgaben gleichzeitig zu bewältigen. Insbesondere ältere Beschäftigte und Beschäftigte mit niedrigerem Berufsabschluss stehen digitalen Technologien eher skeptisch gegenüber.

Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass die Beschäftigten der Papierindustrie grundsätzlich offen für eine stärkere Digitalisierung sind. Aber bei der Einführung im Betrieb und bei der praktischen Anwendung digitaler Technologien sind die Arbeitsqualität, eine mögliche Zunahme der quantitativen Arbeitsbelastung, die Entwicklung von konkreten Weiterbildungsoptionen für alle Beschäftigtengruppen sowie Mitbestimmungs- und Informationsstrukturen im Blick zu behalten.

2.2 Globalisierung und die wachsende Rolle Asiens

Die Papierindustrie unterliegt den weltwirtschaftlichen und handelspolitischen Rahmenbedingungen: Sie exportiert einen großen Teil ihrer Produkte und der Rohstoffpreis für Altpapier und Holzfaser wird global gesetzt.⁵⁰ Für die kurz- und mittelfristigen Perspektiven der Branche spielen damit internationale Faktoren eine wichtige Rolle: die abflauende Weltwirtschaft der vergangenen Jahre, die Handelskonflikte zwischen China und den USA, die unklaren Auswirkungen des Brexits sowie die Corona-Pandemie könnten die Branche negativ beeinflussen.

In den vergangenen Dekaden setzte die zunehmende Billigkonkurrenz aus Asien und Lateinamerika die Margen europäischer Hersteller unter Druck.⁵¹ Insbesondere der asiatische Markt entwickelte sich sehr stark: China ist der weltgrößte Papierproduzent⁵² mit insgesamt 8 000 Herstellern sowie dem weltweit größten produzierenden Unternehmen *Nine Dragon Paper* geworden.⁵³ Die chinesische Papierindustrie konsolidiert sich: Unter anderem neue Umweltauflagen tragen dazu bei, dass vor allem größere, effizientere Papierhersteller wachsen können. Die Importabhängigkeit Chinas im Zellstoff- sowie im Altpapierbereich bleibt weiterhin hoch.⁵⁴

⁴⁸ Vgl. McKinsey 2019, 8f.

⁴⁹ Stiftung Arbeit und Umwelt der IG BCE 2019.

⁵⁰ VDP 2019, 25.

⁵¹ Boerse-online 2016.

⁵² VDP 2019b, 74.

⁵³ EUWID 2020b.

⁵⁴ Zellstoff importiert China vor allem aus Russland. Wittmann 2019.

Jedoch führte die Regierung 2018 Restriktionen für den Import von unsortiertem beziehungsweise besonders verunreinigtem Altpapier ein.⁵⁵ Daher ist im Gegenzug der Anteil von Zellstoffimporten angestiegen.⁵⁶ In den vergangenen Jahren steigerte China seine Exporte von Pappe und Verpackungspapieren,⁵⁷ zumindest bis zum Beginn des US-chinesischen Handelskonflikts. China ist aber noch nicht mit einem Unternehmen in der EU vertreten – obwohl die Unternehmensstrategien unter anderem von dem Unternehmen *Asia Pulp and Papier (APP)* auch Aktivitäten auf dem europäischen Markt mit einbeziehen.⁵⁸

Japan ist der zweitgrößte Erzeuger von Papier und Zellstoff in Asien. Das Land weist ähnliche Verbrauchertrends wie Europa auf: Die Nachfrage nach Zeitungs- und Druckpapier sinkt und die nach Verpackungs- und Hygieneartikeln steigt, was maßgeblich auf dem demografischen Wandel beruht.⁵⁹ Zudem will Japan das Aufkommen von Kunststoffabfällen verringern, was zu einer steigenden Nachfrage nach Papierverpackungen führen könnte.

Indien ist derzeit global der am schnellsten wachsende Papiermarkt, sowohl im Kartonbereich wegen wachsender Nachfrage nach Konsumgütern und Medizinprodukten als auch im Hygienebereich. Die mangelnde lokale Versorgungsbasis Indiens, fehlende Waldflächen und eine Papierrecyclingquote von etwa 30 Prozent zwingen den Subkontinent, in großer und zunehmender Menge Zellstoffe und Altpapier zu importieren. Wegen der Importrestriktionen Chinas hat Indien im ersten Halbjahr 2018 aus der EU 200 Prozent mehr Altpapier importiert.

Im sonstigen asiatischen Raum steigt insbesondere in Indonesien die Nachfrage nach Zellstoff. Das Land baut seine Kapazitäten zur Zellstoffherstellung stark aus, obwohl die Papierherstellung sich nicht wesentlich entwickelte.⁶⁰

Nimmt man die Modernisierung der Produktion in den Blick, wird deutlich, dass in China viele innovative Papiermaschinenhersteller intensiv daran arbeiten, den Einsatz alternativer Faserstoffe zu vergrößern und die Betriebskosten zu senken. Die chinesische Regierung hat kontinuierlich die Vorgaben zur Luftreinhaltung erhöht, vor allem in großen Städten. Deshalb müssen die Firmen verstärkt in

Abwasserreinigung investieren oder Teile der Produktion ins Hinterland verlegen. Nichtsdestotrotz ist der Anlagenpark der asiatischen Papierindustrie im Vergleich mit dem europäischen eher altmodisch und auf den Import von Produktionstechnologien angewiesen. Der Nachholbedarf an Automatisierung, Steuerungstechnologien, Qualitätssicherung und Fachkräften ist groß. Viele Anlagen, insbesondere in Indien, haben Probleme mit Filtern, Kläranlagen, Faserrückgewinnung und Wasser einsparenden Technologien.⁶¹ Der Mangel an Wasser ist ein generelles Produktionsproblem in Asien.⁶²

Obwohl sich das Zentrum und das Wachstum der Papierbranche somit in den vergangenen Jahren Richtung Asien verschoben hat, ist gegenwärtig keine präzise Prognose über die weitere Globalisierung oder die Rolle Asiens am europäischen Papiermarkt möglich. Dies hängt mit technischen, handelspolitischen und ökologischen Faktoren beziehungsweise Rahmenbedingungen zusammen. Eine Analyse geht davon aus, dass der globale Papiermarkt insgesamt weiterwachsen wird, dabei vor allem die großen, globalen Firmen, wenn auch langsamer als in den vergangenen Dekaden. Da der Markt bereits weitgehend konsolidiert ist, werden sich Firmen aber stark in einzelnen Marktsegmenten konzentrieren, gegebenenfalls auch in Gruppen von Akteuren und weiterhin stark nach Kontinenten gegliedert.⁶³ Für Deutschland bleibt Europa kurz- bis mittelfristig der primäre Markt: Noch immer sind die deutschen Exporte und Importe maßgeblich europäisch geprägt und die Importanteile aus Asien sehr gering.

2.3 Demografischer Wandel und Fachkräftesicherung

Der demografische Wandel trifft die deutsche Papierindustrie erstens dadurch, dass ihre Belegschaften altern. Zweitens steigt mit einer älter werdenden Bevölkerung in Europa und dem globalen Bevölkerungswachstum die Nachfrage insbesondere nach Hygieneartikeln; höhere Krankheitsrisiken verursachen einen wachsenden Bedarf an Pflege-Artikeln zu Hause, in Krankenhäusern und Pflegeeinrichtungen.

Insbesondere der Mangel an qualifizierten Fachkräften ist eine weitere große Herausforderung für die Branche. Wie viele andere Industriezweige hat die Papier- und Zellstoffindustrie das Problem, dass sich weniger junge Menschen

⁵⁵ Rohde 2019a.

⁵⁶ Rohde 2019a

⁵⁷ Rohde 2019a.

⁵⁸ Rohde 2019b.

⁵⁹ Maurer 2019.

⁶⁰ Malerius 2019.

⁶¹ VDP 2019, 74.

⁶² Jaensch 2019.

⁶³ McKinsey 2019, 4.

als in der Vergangenheit für einen Beruf in ihrer Branche entscheiden. 67 Prozent aller Papier-Unternehmen in Europa haben laut einer EU-weiten Befragung Schwierigkeiten, Fachkräfte zu gewinnen. Die Gründe dafür sind unter anderem belastende Arbeitsbedingungen wie Hitze, Lärm und Schichtarbeit, aber auch der schnelle technologische Wandel und eine Vorstellung, dass die Papierbranche umweltverschmutzend sei.⁶⁴ In Deutschland sind insbesondere die neuen Bundesländer von der demografischen Alterung sowie der Abwanderung von Fachkräften tangiert. Wenn in den nächsten Jahren die sogenannten Babyboomer in den Ruhestand gehen, wird in den Unternehmen der Bedarf an neuen Fachkräften weiter steigen.⁶⁵

Zudem nimmt für viele Beschäftigte, insbesondere für Frauen, die Bedeutung von Aspekten wie Arbeitszeit, Flexibilität und Qualität der Arbeit zu, was zum Teil zu verstärkten Rollenmustern im Betrieb beitragen kann: Männer sind in der Schichtarbeit im Produktionsbereich und Frauen überwiegend in der Verwaltung, in FuE oder (zunehmend) in den Führungskräfteetagen tätig. Diese Muster könnten laut Branchenvertretern eine Teil-Erklärung dafür sein, dass immer noch relativ wenig Frauen in den höchsten Führungspositionen zu finden sind: Dadurch, dass den Mitarbeiterinnen Erfahrungen in der Produktion fehlen, könnte ihnen der Aufstieg in die höchsten Führungspositionen in den Unternehmen erschwert werden.

In der Papierindustrie arbeiten hoch spezialisierte Fachkräfte, die sich größtenteils – insbesondere in den kleineren Betrieben – die notwendigen technologischen Innovationen und Prozesse im Arbeitsalltag erschließen, beim sogenannten „Training on the Job“. Mit steigenden Qualifikationsanforderungen steigt die Nachfrage nach höheren Bildungsabschlüssen.⁶⁶ Einen zunehmenden Fachkräftemangel prognostizierte das Bundesministerium (BMAS) bereits in seiner Arbeitsmarktprognose 2013: Für die Papierbranche („Papier- und Druckberufe“) sagte es bis 2030 einen „Knappheits-Indikator“ von -33 voraus, was im Vergleich mit dem übrigen verarbeitenden Gewerbe ein relativ hoher Wert ist (Tabelle 1).

Um dem Fachkräftemangel entgegen zu wirken, sind innerbetriebliche sowie unternehmensübergreifende Initiativen ergriffen worden. Auf europäischer Ebene wurde 2016 eine „Kompetenzagenda“ angenommen, die die Qualität der Qualifikationen der Arbeitnehmer stärken soll. Die europäische Industriegewerkschaft IndustriAll und der europäische Papierverband CEPI haben die europäischen

Aus- und Weiterbildungssysteme für die zukünftigen Bedürfnisse der Papierindustrie ausgewertet und den Qualifikations- und Einstellungsbedarf ermittelt.⁶⁷ Demnach sind digitale Fähigkeiten und die Stärkung der technischen Kernkompetenzen von wachsender Bedeutung sowie Verhaltenskompetenzen wie Kommunikation, Ergebnisorientierung, Team- und Lernfähigkeit. Branchenvertreter argumentieren, dass modulares, lebenslanges Lernen stärker ausgebaut werden sollte sowie Mentorat und die Validierung von Qualifikationen. Es wurde vorgeschlagen, gezielte Antizipierungsinstrumente zu entwickeln, um die notwendigen zukünftigen Kompetenzen der Branche frühzeitig zu ermitteln. Darüber hinaus sollten Vorstände und Personalentwickler bei der Personalplanung und der systematischen Qualifizierung in den Betrieben mehr zusammenarbeiten und Partnerschaften mit Schulen und Bildungseinrichtungen stärker ausbauen, um junge Leute für die Papierbranche zu gewinnen.

⁶⁴ IndustriAll & CEPI 2016.

⁶⁵ Industrie.de 2019.

⁶⁶ IG BCE 2016.

⁶⁷ IndustriAll & CEPI: Zukünftige Kompetenzen für die Papierindustrie: 160040-CEPI-brochure-DE-04.pdf

Tabelle 1: Relative Knappheiten nach Berufen 2010–2030

Rangordnung von 34 Berufsgruppen	Nettozugänge zu Erwerbstätigen		Knappheits-Indikator
	Durchschnitt 2010–30 %	Veränderung 2010–14 bis 2025–30 in %-Punkten	
17 Maschinenführer	2,5	-0,2	-44,5
34 Sonstige Arbeitskräfte	4,9	-0,3	-40,7
01 Land- und Forstwirtschaftliche Berufe	3,3	-0,2	-39,7
05 Papier- und Druckberufe	2,0	-0,1	-33,0
07 Metallherzeuger, -verarbeiter	2,0	-0,1	-32,5
12 Textil-, Bekleidungs-, Lederberufe	2,5	-0,2	-27,9
04 Chemiker, Kunststoffberufe	1,1	-0,1	-23,6
20 Meister	0,2	0,0	-23,1
22 Finanzfachleute	0,7	0,0	-20,4
30 Gesundheitsberufe	1,1	-0,1	-19,6
28 Rechtsberufe	0,9	-0,1	-18,8
24 Manager, leitende Beamte	0,8	0,0	-17,8
18 Ingenieure, Naturwissenschaftler	0,9	0,0	-16,6
26 Büroberufe	1,5	-0,1	-15,4
25 Rechnungsfachleute, Informatiker	1,6	-0,1	-14,6
09 Maschinenbauer, Feinwerker	2,3	-0,1	-14,2
10 Elektroberufe	1,7	-0,1	-14,0
03 Keramiker, Glasmacher	1,2	-0,1	-11,4
06 Holzberufe	2,6	-0,2	-10,9
32 Geistes- und naturwissenschaftliche Berufe	2,3	-0,1	-10,2
13 Ernährungsberufe	2,2	-0,1	-6,4
11 Monteure	3,1	-0,2	-6,4
14 Bau- und Ausbauberufe	3,1	-0,2	-4,2
29 Künstler, Publizisten	2,0	-0,1	-4,0
08 Anlagenbauer, Installateure	1,1	0,0	1,1
33 Persönliche Dienstleistungsberufe	3,5	-0,2	1,6
15 Warenprüfer, Versandfertigtmacher	6,3	-0,4	13,8
31 Lehrer, Soziale Berufe	1,3	0,0	14,1
23 Verkehrsberufe	3,6	-0,2	20,5
21 Verkäufer, Einkäufer	2,1	-0,1	23,8
19 Techniker	1,3	0,0	31,4
16 Hilfsarbeiter	13,5	-0,8	56,2
27 Sicherheitsberufe	2,8	0,1	137,7
02 Bergleute, Baustoffe	1,9	0,2	169,6
Insgesamt	2,2	-0,1	0,0

3

3. Herausforderung Nachhaltigkeit und Treibhausgasneutralität

Mit dem deutschen und europäischen Ziel, Treibhausgasneutralität bis 2050 zu erreichen, nehmen die Nachhaltigkeitsanforderungen der Gesellschaft an die gesamte Industrie zu. Verschiedene Interessensgruppen, darunter die Finanzbranche sowie Verbraucher und Unternehmens-Stakeholder, fordern verstärkt, dass sich Industrieunternehmen auf Nachhaltigkeit und *Corporate Social Responsibility* (CSR) ausrichten.

Papier gilt als grundsätzlich nachhaltiges Produkt. Die aus Holz und anderen nachwachsenden Rohstoffen gewonnenen Fasern werden mehrmals im Kreislauf recycelt. Eine hohe Energieeffizienz und Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) mindern den Energiebedarf der Branche. Papierprodukte könnten in Kunststoff- oder Leichtbau-Produkten nachhaltige Alternativen zu fossilbasierten Produkten und Materialien anbieten. Gleichzeitig muss die Papierindustrie ihre Produktion noch stärker auf Ressourceneffizienz und Klimaneutralität ausrichten, um die gesellschaftlichen Ziele zu erreichen.

Es gibt verschiedene technologische Ansätze für eine dauerhafte Senkung des Ressourcenverbrauchs und der CO₂-Emissionen.

3.1 Energiebedarf, -kosten und Prozessemissionen

Die Papierindustrie gehört zu den energieintensiven Industrien in Deutschland (EID), beziehungsweise ist mit neun Prozent des Energieverbrauchs des verarbeitenden Gewerbes die drittenergieintensivste Branche, nach der Metallerzeugung und der Chemieindustrie.⁶⁸

Der Einsatz von Primärenergie (Brennstoffen) wurde im Rahmen einer VDP-Energieumfrage mit 152 015 TJ oder circa 42,23 TWh für das Jahr 2019 ermittelt. Anteilig machten mit 51 152 TJ oder circa 14,21 TWh alternative Brennstoffe, die CO₂-neutral sind, ein Drittel der Brennstoffe aus. Insgesamt betrug der Energieeinsatz 210 150 TJ oder 58,37 TWh. Der Stromeinsatz betrug davon 16,22 TWh, wovon insgesamt 11,38 TWh fremd erzeugt werden.

Die Eigenstromerzeugung war 2019 rückläufig (minus 1,33 TWh gegenüber 2017, wobei signifikant die Eigenenerzeugung aus Wasserkraft in 2019 mit 11,91 TWh um etwa 100 TWh gegenüber 2017 mit 111,52 TWh zurückging). Auch die fossile Stromproduktion war im gleichen Zeitraum rückläufig mit 1,34 TWh, während hingegen die Eigenenerzeugung aus Biomasse und anderen erneuerbaren Energien mit 2 TWh nahezu auf dem gleichen Niveau zum Vergleichsjahr 2017 verblieb. Der Fremdbezug von Wärme von 6,75 TWh in 2019 verblieb auf dem Niveau der Vorjahre.

Hervorzuheben ist, dass der jährliche Energiebedarf insgesamt seit Jahren rückläufig ist und der Energieeinsatz pro Tonne Produktion mit 2 645 kWh/t in 2019 gegenüber 2 796 kWh/t in 2017 verbessert werden konnte. Insgesamt fielen durch den verringerten Brennstoffeinsatz 6,15 Millionen Tonnen CO₂ in 2019 an, was eine Reduktion von etwa 0,84 Millionen Tonnen CO₂ gegenüber 2017 (6,96 Millionen Tonnen CO₂) entspricht. Dies hat dazu geführt, dass die CO₂-Emissionen pro Tonne Produktion im gleichen Zeitraum von 0,618 Tonnen CO₂ auf 0,593 Tonnen CO₂ gesenkt werden konnten (Tabelle 2).

Mit knapp zehn Prozent Energiekostenanteil gemessen am Umsatz gehört die Papierindustrie zu den Branchen mit den höchsten Energiekosten. Steigende Energie- und Rohstoffpreise gelten als größte Risiken für die zukünftige Wettbewerbsfähigkeit deutscher Papierunternehmen.⁶⁹

Die Papierindustrie konnte in den vergangenen Dekaden deutliche Effizienzsteigerungen erreichen: Der spezifische Energieverbrauch ist heute rund 67 Prozent niedriger als vor 50 Jahren.⁷⁰ In ähnlicher Weise sind ihre CO₂-Emissionen reduziert. Seit 1991 senkte die Branche europaweit ihren absoluten direkten CO₂-Ausstoß pro Tonne Produkt um 16 Prozent und ihren spezifischen direkten Ausstoß um 45 Prozent. In Deutschland sank von 1995 bis 2019 der spezifische CO₂-Ausstoß von 955 auf 593 Gramm

⁶⁸ VDP 2020.

⁶⁹ VDP 2020.

⁷⁰ VDP 2019b, 33.

Tabelle 2: Energieeinsatz in der Papierindustrie

		2017	2018	2019
Stromeinsatz ¹⁾	1 000 MWh	18 366	17 920	16 220
Kohle	1 000 MWh	4 518	4 153	3 522
Heizöl	1 000 MWh	328	241	190
Gas	1 000 MWh	26 465	24 666	24 306
Alternative Brennstoffe und Fremdwärme	1 000 MWh	22 568	20 763	20 963
Energieeinsatz pro t Produktion	kWh/t	2 796	2 644	2 645
CO ₂ -Emission pro t Produktion ²⁾	t CO ₂ t	0,618	0,609	0,593
Daten von VDP-Energieumfrage				
¹⁾ Fremdbezug und Eigenerzeugung				
²⁾ aus eingesetzten fossilen Brennstoffen, Wärme- und Strombezug				

Quelle: VDP 2020; Darstellung angepasst

CO₂ je Tonne Papier oder um 38 Prozent.⁷¹ Zusätzlich hat die Branche frühzeitig in Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen (KWK) investiert.⁷² Aktuell werden 75 Prozent der lokalen Wärme der Papierindustrie in wärmegeführten KWK-Anlagen erzeugt.⁷³

Der Energiebedarf in der Papierherstellung unterscheidet sich erheblich in den einzelnen Prozessabschnitten:⁷⁴

- Am höchsten ist der Primärenergiebedarf und die damit verbundene CO₂-Intensität in der Rohstoffgewinnung. In der Holz- und Zellstoffherstellung ist das Mahlen der Faserstoffe im *Refiner* besonders stromintensiv. Die entrindeten und zerkleinerten Holzstücke werden unter Druck in einer Chemikalienlauge gekocht, um Harze und Lignin (den Zellklebstoff) zu entfernen, was ein sehr wärmeintensiver Prozess ist.
- Für den Kochprozess werden große Mengen an Wasser erhitzt. Danach wird der Brei (englisch *pulp*) aus Zellstoff und Wasser durch beheizte Zylinder getrocknet und gepresst, um fertiges Papier zu erhalten. Dieses Beheizen ist der energieintensivste Schritt in der Papierproduktion.
- Die Rückgewinnung von Chemikalien, das Einkochen und die Verbrennung von Lignin verlangen ebenfalls den Einsatz großer Mengen an thermischer Energie in Form von Wärme.

Die Herstellung von Papier und Papiererzeugnissen aus Altpapier ist weniger energieintensiv als der Einsatz von Frischfasern.⁷⁵ Während für eine Tonne Altpapier circa 1,6 GJ benötigt werden, verbrauchen Frischfasern etwa das Doppelte an Energie. Die Altpapier-Produktionsprozesse vermeiden zudem große Mengen chemikalienbelasteter Abwässer und den Neubedarf an Holz (beim Nutzwald handelt es sich oft um dünger- und pestizidintensive Plantagen). Sie schonen damit Primärwälder und tragen zum Erhalt der Biodiversität bei. Für viele Unternehmen stellt die Aufbereitung des Altpapiers allerdings den energieintensivsten Prozessschritt dar: Er beträgt bis zu 50 Prozent des Energieverbrauchs. Die energiebedingte CO₂-Intensität liegt hier derzeit (mit dem aktuellen Energiemix) bei durchschnittlich rund 200 kg CO₂ pro Tonne Altpapierstoff. Ein hoher Bioenergieanteil in vielen Papier- und Zellstoffwerken führt aber in spezifischen Fällen zu einem deutlich geringeren CO₂-Fußabdruck. Diese Zusammenhänge verdeutlichen, dass die Berechnung des CO₂-Fußabdrucks der Branche und der einzelnen Unternehmen den gesamten Faserkreislauf berücksichtigen muss.

3.2 Dekarbonisierungsoptionen

Ein Konsortium aus Vertretern der deutschen Papierunternehmen hat 2019 die Absicht erklärt, Produktionsprozesse nachhaltiger gestalten zu wollen. Demzufolge soll eine „Modellfabrik Papier“ den Rahmen für neue Produktionsverfahren bieten. Damit wurde eine Plattform für gemeinsame langfristige Forschung und Entwicklung geschaffen,

⁷¹ VDP 2020. Die Herstellung von Frischfaser mag zwar energieintensiver sein, erfolgt aber weitgehend CO₂-neutral durch den Einsatz von regenerativer Wärme und Strom aus den Nebenprodukten. Die Altpapieraufbereitung ist ebenfalls energieintensiv, erfolgt aber zumeist mit Graustrom und dem Brennstoff Gas.

⁷² VDP 2019, 34.

⁷³ BMWi 2019a, 1.

⁷⁴ European Commission 2018.

⁷⁵ VDP 2020e.

mit dem Ziel, innovative und ganzheitlich nachhaltige Lösungsansätze für die deutsche Papierproduktion zu erarbeiten. In Anbetracht künftiger gesetzlicher, aber auch wirtschaftlicher Anforderungen könne ein grundlegend neues Konzept nur gemeinsam entwickelt werden, so das Credo der Gruppe.⁷⁶

Ein Blick auf die politischen sowie branchenbezogenen Strategien zur Transformation der Papierherstellung für Nachhaltigkeit und Klimaneutralität lässt drei große Bereiche erkennen:

- Verbrauchsreduktion, Recycling und Kreislaufwirtschaft
- Prozessoptimierung und Energieeffizienz
- neue Produktionstechnologien, basierend auf erneuerbarer Energie, und branchenübergreifende „Sprunginnovationen“ – dazu gehören Bioökonomie, Abfallvermeidung und -substitution CO₂-intensiver Rohstoffe durch holzbasierte Alternativen in anderen Wirtschaftsbereichen.

Verbrauchsreduktion, Recycling und Kreislaufwirtschaft

Der Verbrauch an Papierprodukten in Deutschland stagnierte in den vergangenen Jahren auf dem im internationalen Vergleich hohen Niveau von 248 kg pro Person und Jahr.⁷⁷ Nur wenige Nationen weltweit verbrauchen mehr Papier. Dies deutet auf gewisse Möglichkeiten zur Reduktion hin. Optionen sind beispielsweise ein konsequentes doppelseitiges Bedrucken von Papier, das Vermeiden von unnötigen Kopien und Ausdrucken im Büroalltag oder der Ersatz von Verwaltungspapieren durch digitale Lösungen (Kapitel 2.1). Allerdings sind der demografische Wandel und die steigende Bedeutung von Hygieneartikeln zu berücksichtigen, beziehungsweise diese Trends könnten zu einem erhöhten Papierverbrauch beitragen (Kapitel 2.3). Zudem macht der expandierende Online-Handel einen sinkenden Materialverbrauch des Verpackungsbereichs unwahrscheinlich. Eine generelle Verbrauchsreduktion von Papier ist deswegen nicht zu erwarten beziehungsweise aus Nachhaltigkeitsperspektive teilweise nicht

wünschenswert. Es wird beispielsweise prognostiziert, dass der Papierverbrauch zunehmen könnte, wenn Papierprodukte andere Produkte mit größerem fossilen Fußabdruck ersetzen würden, zum Beispiel durch den Ersatz mancher Kunststoffverpackungen oder Materialien im Baubereich.

Die Papier-Recyclingquote in Deutschland liegt bei circa 78 Prozent,⁷⁸ der europäische Durchschnitt bei 72,6 Prozent.⁷⁹ Die Trennung von Altpapier und Hausmüll funktioniert grundsätzlich gut; mit dem Rückgang von gedruckten Zeitungen nimmt aber die Menge von Altpapier ab. Hinzu kommt, dass Altpapier zum Teil nicht die notwendige Qualität für die Wiederverwendung hat. Verpackungspapiere zum Beispiel haben selten das Hochweiß, das in der Herstellung grafischer oder Hygiene-Papiere gebraucht wird. Altpapier kann auch verunreinigt sein durch chemische Bestandteile und kann damit nicht für Lebensmittelverpackungen recycelt werden.⁸⁰ Der deutsche und europäische Markt für Altpapier wird somit enger. Dies stellt mittelfristig ein Ressourcenproblem für die Branche dar, beziehungsweise gibt es bei geringerer Verfügbarkeit einen langfristigen Kostendruck nach oben für Altpapier.

Eine stärkere Kreislaufwirtschaft hat deswegen vor allem branchenübergreifend große Potenziale. Die Wertschöpfungsketten mancher Produkte sowie Abfälle aus der Produktion lassen sich verlängern und mit anderen Branchen verknüpfen. Beispielsweise könnten Lignin und Reststoffe des Altpapierrecyclings, die zurzeit meist verbrannt werden,⁸¹ in Zukunft als Rohstoff für die chemische Industrie interessant werden. Lignin könnte sich als Grundbaustein für chemische Produkte wie Farben, Klebstoffe, Kunstfasern und Kunststoffe eignen. Darüber hinaus untersucht eine Reihe von Forschungsvorhaben⁸² die Anwendung von Lignin als Elektrolyt für Redox-Flow-Batterien (RFB), die zwar geringe Energiedichten, jedoch dafür im Gegenzug hohe Effizienzgrade von 75 bis 80 Prozent vorweisen. Weitere Forschungsvorhaben untersuchen den Einsatz von Lignin als kosteneffiziente und nachhaltige Bio-Carbonfaser, die Anwendung in Rotorblättern von Windanlagen oder im Elektroautomobilbau finden kann.⁸³

⁷⁶ Mit der staatlich geförderten Modellfabrik wollen Wissenschaftler, das Ingenieurwesen und die Industrie gemeinsam einen Entwicklungs- und Demonstrationsraum für innovative Forschung für CO₂-neutrale Papierherstellung schaffen. Der Fokus liegt auf der Einbindung von unterschiedlichen Branchen und Lösungsansätzen. Fokusthemen sind u. a. CO₂-Ausstoß, Wassernutzung, Chemikalien, Ausstoß von Staub und NOx. EUWID 2020b. Vgl. ausführlich „Innovationen in der Papierindustrie“, 17ff.

⁷⁷ Umweltbundesamt 1.

⁷⁸ VDP 2020.

⁷⁹ Statista 9. Mit dem Inkrafttreten des Verpackungsgesetzes (VerpackG) ab dem 1. Januar 2019 wird die Recycling-Quote von 70 % auf 85 % (2019) und ab 2022 auf 90 % angehoben.

⁸⁰ Umweltbundesamt 5.

⁸¹ Dornack, Dietz 2016.

⁸² u. a. untersucht das Forschungsvorhaben „Neuartige Lignin-basierte Elektrolyte für den Einsatz in Redox-Flow-Batterien (FOREST II)“ vom BMEL über den Projektträger FNR den Einsatz von Lignin als Elektrolyt.

⁸³ Braitmaier 2019.

Prozessoptimierung und Energieeffizienz

Die Papierindustrie könnte ihre Umweltbilanz durch effizienteren Strom- und Wärmeeinsatz verbessern (siehe „Elektrifizierung“ unten). Zudem könnten modernere Anlagen oder die konsequente Anwendung der sogenannten „Best Available Technologies“ (BAT) zur Effizienzsteigerung beitragen.⁸⁴ Der Verband der europäischen Papierhersteller (CEPI) räumt ausgehend vom Vergleichsjahr 2010 ein Reduktionspotenzial des Energieverbrauchs von 25 Prozent im Jahr 2050 ein.⁸⁵ Insbesondere ist CO₂-neutral erzeugter Dampf (für die Verdichtung von trockenen Zellstofffasern) vielversprechend – durch einen CO₂-neutralen Brennstoffeinsatz (EE-Strom), elektrische Dampfer oder Biogas und grünen Wasserstoff (siehe unten). Vor dem Hintergrund volatiler und langfristig steigender Energie-, CO₂- und Rohstoffpreise sind weitere Energieeffizienzmaßnahmen für die beibehaltene Wettbewerbsfähigkeit deutscher und europäischer Papierunternehmen zu erwarten. Dennoch stoßen die Ansätze der Prozessoptimierung zunehmend an Grenzen, da die vorhandene Anlagen- und Produktstruktur keinen größeren Spielraum mehr gibt.

Inkrementelle Verbesserungen der Energie- und Rohstoffeffizienz im bestehenden Anlagenpark und mit bestehendem Produktportfolio können somit einen wichtigen Beitrag zur weiteren Dekarbonisierung der Branche leisten. Sie werden aber nicht ausreichen, um Treibhausgasneutralität bis 2050 zu erreichen. Dafür sind mehr innovative und teilweise experimentelle Technologien und neue Prozesse notwendig. Diese müssten laut Branchenvertretern bis circa 2030 technologisch bereitstehen, um sich bis 2050 auf dem Markt etablieren und verbreiten zu können.

Potenzial erneuerbarer Energien und „Sprunginnovationen“

Elektrifizierung

Für die Zellstoff- und Papierherstellung werden Prozesstemperaturen unter 200 °C benötigt, was im industriellen Maßstab als niedrig eingestuft wird. Deshalb ist eine Elektrifizierung der Prozesse technisch durchaus möglich.

Aktuell wird der Strombedarf zu 46 Prozent durch Eigenstromerzeugung in wärmegeführten erdgasbasierten KWK-Anlagen erzeugt, die 75 Prozent des Wärmebedarfs

vor Ort decken. Angesichts steigender Emissionshandelspreise⁸⁶ im Rahmen des Europäischen Emissionshandels (EU ETS) und des nationalen Brennstoffemissionshandels (BEHG) wird sich der wirtschaftliche Betrieb von bestehenden KWK-Anlagen bis 2026 erheblich verschlechtern. Dies wird aller Voraussicht nach dazu führen, dass die Wärmebereitstellung, die aktuell überwiegend über Dampf aus erdgasbefeuerten KWK-Anlagen oder Heizkesseln erfolgt, zukünftig verstärkt über Dampfbereitstellung auf Grundlage von erneuerbarem Strom erfolgen wird.

Dies eröffnet zunehmend die Option von flexibleren Produktionsfahrweisen, um Spitzen in der EE-Produktion im Stromsystem durch sogenanntes Demand-Side-Management oder Lastmanagement abzufedern. Technisch wäre dies beispielsweise durch die Vorproduktion und die Lagerung von Zellstoff in Zeiten von niedrigen Preisen und Überproduktion erneuerbaren Stroms denkbar.⁸⁷ (Mit wärmegeführten KWK-Anlagen ist dies aber nicht ohne weiteres umsetzbar.) Die Papierindustrie könnte, indem sie latente Lastmanagementpotenziale besser erschließt, zur Versorgungssicherheit und Frequenzhaltung im Stromsystem beitragen und damit die Elektrifizierung und Dekarbonisierung der gesamten Gesellschaft voranbringen. Allerdings ist beim Last-Management immer zu bedenken, dass Überproduktion in Phasen günstigen EE-Stroms zwar technisch möglich ist, sich aber betriebswirtschaftlich selten lohnt beziehungsweise Überkapazitäten voraussetzt, welche selten vorhanden sind.

Schon heute beteiligen sich einige Unternehmen der Papierindustrie am Regelenergiemarkt und an Ausschreibungen der Verordnung zu abschaltbaren Lasten (AbLaV).⁸⁸ Weitere Maßnahmen der Netzstabilisierung werden je nach Werk vorgenommen. Ein wichtiges Hemmnis besteht aber darin, dass die regulatorischen Rahmenbedingungen für die betriebswirtschaftliche Bereitstellung von Flexibilisierungspotenzial nicht immer vorhanden sind.⁸⁹

Einsatz von Biomasse oder (grünem) Wasserstoff

Als klimaneutraler Energieträger zur Energieerzeugung bietet sich Biomasse an, die – wie Rinde, Lignin oder Lauge – bei der Herstellung von Zellstoff anfällt. Die schwedische Papier- und Zellstoffindustrie bestreitet beispielsweise ihren Energiebedarf fast vollständig aus Biomasse,⁹⁰ und der Sektor gilt als dekarbonisiert.⁹¹

⁸⁴ CEPI 2019; BMWi 2019.

⁸⁵ Roth et al. 2016.

⁸⁶ EU ETS: 2020: 25 €/t CO₂; BEHG 2021: Start mit Festpreis von 25 €/t CO₂; Anstieg bis 2016 auf Preiskorridor von 55 bzw. 65 €/t CO₂ bis 2026.

⁸⁷ Esmailnadjad, Sundquist 2014, 43f.; Wuppertal Institute; Roth et al. 2016, 28.

⁸⁸ Bei der AbLaV handelt es sich um Vereinbarungen der Bundesnetzagentur zu abschaltbaren Lasten.

⁸⁹ VDP 2020e.

⁹⁰ Roth et al. 2016; Nilsson et al. 2011.

⁹¹ Scordato et al. 2018.

Aktuell gehen auch Papierhersteller⁹² in Deutschland verstärkt den Weg und berücksichtigen Biomasse als Grundlage für die Bereitstellung von Dampf zur Wärme- und Energieerzeugung, um die Produktion weiter zu dekarbonisieren.

Allerdings halten der europäische Branchenverband der Papierhersteller und weite Teile der Forschung dieses Modell nicht für eine Musterlösung, die auf ganz Europa und alle Betriebe übertragbar ist. Da in Deutschland die Herstellung von Papier vor allem auf Altpapier basiert, reichen die Biomasseabfälle nicht für die Deckung des Energiebedarfes aus.⁹³ Aus gesamtwirtschaftlicher Sicht muss zudem darauf geachtet werden, dass die energetische Verwertung nicht mit anderen, potenziell wertschöpfungsintensiveren Verwendungen von Biomasse konkurriert.⁹⁴

Zur Dekarbonisierung der Branche ist auch der Einsatz grüner Gase technisch denkbar. Mit dem Projekt HYFLEX-POWER⁹⁵ soll zum Beispiel die erste integrierte P2X2P-Demonstrationsanlage realisiert werden. Sie wird von einer Wasserstoffgasturbine betrieben und eine Papierfabrik ist der industrielle Abnehmer der erzeugten Energie. Grüner Wasserstoff statt Erdgas wird voraussichtlich jedoch in der Papierindustrie erst nach 2030 eine signifikante Rolle in der Energieerzeugung spielen.⁹⁶ Dies hängt unter anderem mit der geringen Verfügbarkeit beziehungsweise dem Markthochlauf von grünem Wasserstoff bis 2030, aber auch mit den langen Investitionszyklen von KWK-Anlagen und den erhöhten Wasserstoffherstellungskosten gegenüber aktuell niedrigeren Erdgasbezugskosten zusammen.

„Sprunginnovationen“

Nachhaltigkeit und Treibhausgasneutralität erfordern weitere Innovationen in den Kernprozessen sowie bei dem Rohstoffeinsatz der Papierproduktion.⁹⁷ Die CEPI-Initiative „Two Team Project“ benannte mehrere innovative „breakthrough technologies“, die zur Verringerung der CO₂-Emissionen des Sektors sowie zu mehr Nachhaltigkeit beitragen könnten.⁹⁸

Neue Lösungsmittel zur Zellstoffgewinnung

Als vielversprechende Technologie gelten demnach natürliche Lösungsmittel (Deep Eutectic Solvents, DES), die Zellstoff und Lignin schon bei niedrigen Temperaturen lösen können. Sie würden energieintensive Kochprozesse zur Zellstoffgewinnung aus Holz überflüssig machen und das Recycling von Altpapier vereinfachen.⁹⁹ Damit könnte der Energiebedarf der Industrie um bis zu 40 Prozent reduziert werden.¹⁰⁰ Zur Weiterentwicklung dieser Technologie startete 2015 das Forschungsprojekt Provides innerhalb der Biobased Industries Initiative ein Public-Private-Partnership zwischen der EU und den biobasierten Industrien in Europa. Gefördert werden soll die Entwicklung neuer Bioraffinerietechnologien.¹⁰¹ Ein Forschungsverbund (Research Cluster) unter der Leitung des Institute for Sustainable Process Technology (ISPT) rechnet damit, dass diese Technologie im Jahr 2030 marktreif ist.¹⁰²

Lignin als neuer Rohstoff¹⁰³

Als weitere Potenzialtechnologie wird die bio-chemische Nutzung von Lignin angesehen. Der Zellklebstoff Lignin fällt als Nebenprodukt der Zellstoff- und Papierproduktion an. Lignin ist ein Bestandteil von Holz, Stroh oder beispielsweise dem Riesengras Miscanthus, das als nachwachsender Rohstoff stärker in der Papierbranche eingesetzt werden könnte. Die harzartige Substanz besteht aus verschiedenen aromatischen Grundbausteinen, sogenannten Phenylpropanoiden, die prinzipiell einen hohen Nutzwert haben. Jährlich fallen rund 50 Millionen Tonnen Lignin weltweit als Abfallprodukt der Papierindustrie an, davon werden gegenwärtig 98 Prozent im Zuge der Energieerzeugung verbrannt.

In Zukunft könnte Lignin eine zentrale Rolle bei der Weiterentwicklung von Papierfabriken zu Bioraffinerien spielen. Es eignet sich als Rohstoff für die Chemieindustrie und ließe sich zu Biokraftstoffen verarbeiten.¹⁰⁴ Lignin wird derzeit hauptsächlich auf zwei Wegen genutzt: mittels der sogenannte „black liquor gasification“ und der „lignin extraction“ – beide Verfahren sind seit kurzer Zeit

⁹² Hürth (UPM), Sandersdorf-Brehna (Progroup).

⁹³ Ericsson, Nilsson 2018, 16.

⁹⁴ European Commission 2018.

⁹⁵ Mit dem HYFLEXPOWER-Projekt setzt ein Konsortium, dem Siemens Gas and Power, Engie Solutions, Centrax, Arttic, das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) und vier europäische Universitäten angehören, ein Projekt um, das von der Europäischen Kommission im Rahmen von „Horizont 2020“, dem Rahmenprogramm für Forschung und Innovation, finanziell unterstützt wird. Siemens 2020.

⁹⁶ Agora Energiewende 2020, 63.

⁹⁷ Europäische Kommission o. J.

⁹⁸ CEPI 2013.

⁹⁹ Axelson et al. 2018.

¹⁰⁰ Provides 2.

¹⁰¹ Provides 1.

¹⁰² Sappi 2018.

¹⁰³ Vgl. Bioökonomie o. J.

¹⁰⁴ Vgl. Internationale Energie Agentur (IEA) 2020.

an mehreren Standorten in Anwendung.¹⁰⁵ Die Anregung für beide Methoden geht auf staatliche Förderung zurück. Das Potenzial möglicher Anwendungen gilt aber als nicht ausgeschöpft. Lignin lässt sich zum Beispiel mit anderen Naturfasern wie Flachs oder Hanf mischen und zu „Flüsigholz“ verarbeiten. Damit lassen sich derzeit etwa Lenk-radsegmente oder Handygehäuse konstruieren.

Die stärkere Nutzung und Wiederverwertung von Lignin als Restprodukt der Papierbranche ist somit vielversprechend, auch weil sie die Inanspruchnahme von Landflächen für die Rohstoffproduktion der Industrie reduzieren kann.

Weitere Innovationen im Herstellungsprozess

Es werden weitere Möglichkeiten erforscht, um den spezifischen Rohstoffeinsatz in der Papierproduktion zu senken. Unter dem Sammelbegriff „functional surface“¹⁰⁶ wird zum Beispiel die Option untersucht, Papierprodukte bei gleicher Leistungsfähigkeit mit deutlich weniger Materialeinsatz herzustellen. Dies ist technisch möglich, wenn die Festigkeit eines Papiers durch neue Faserstrukturen anstatt durch Dicke erreicht wird.¹⁰⁷ Diese Optionen sind aber noch im Experimentierstadium.

Verschiedene innovative Möglichkeiten zur Trocknung und Formung des Papiers versprechen weitere Energieeinsparungen. Dazu zählt die Dampfverdichtung von trockenen Zellstofffasern zu fertigem Papier.¹⁰⁸ In den vergangenen Jahren gab es jedoch nur wenige Fortschritte dabei, diese Technologien aus der Labor- und Demonstrationsphase (Technology Readiness Level 3–6) zur marktreifen Anwendung zu führen.¹⁰⁹ Die Einsetzbarkeit dieser Technologien in großem Stil bedarf deswegen einiger Jahre weiterer Forschung und Entwicklung.

Zusätzlich werden Carbon-Capture-and-Storage-Verfahren (CCS) zur Dekarbonisierung der Papierindustrie diskutiert.¹¹⁰ Mit der Speicherung von CO₂, das zuvor durch Biomasse der Atmosphäre entnommen wurde, könnte der Sektor potenziell sogar negative Emissionen erreichen. Dieses Verfahren wirft jedoch große infrastruktural-

Probleme auf: Gerade die großen Zellstoffwerke, die sich dazu eignen würden, liegen selten in Industrieclustern, die ein gemeinsames CCS-System nutzen könnten. Somit würden hohe Investitionen in neue Infrastrukturen anfallen.¹¹¹ Dies mag der Grund sein, warum der Branchenverband CEPI CCS-Verfahren nicht in seine Liste der „breakthrough technologies“ aufnahm.

3.3 Branchenübergreifende Innovations- und Geschäftsfelder

Über den Papierbereich hinaus könnten neue Produktionsprozesse und innovative Papierprodukte zu mehr Nachhaltigkeit in anderen Branchen und zu ihrer Dekarbonisierung beitragen, da die Produktion von Papier grundsätzlich auf nachwachsenden und nicht auf fossilen Rohstoffen basiert. Tabelle 3 fasst potenzielle Innovations- und Geschäftsfelder der Papierindustrie zusammen.

Zukünftige Symbiosen zwischen insbesondere der Papier- und den Kunststoff- und Chemiebranchen werden dabei als besonders vielversprechend angesehen. Daraus könnte prinzipiell eine breite Produktpalette entstehen. Der Markt für die Verpackung von Lebensmitteln gilt als besonders zukunftsweisend. Aromadichte, Wasser und Fett abweisende Papierverpackungen sind in der Entwicklung. Zum Teil wird auch Ansätzen für Papieranwendungen als Baumaterial oder als Leichtbauwerkstoff im Automobil- und Flugzeugbau eine Zukunft zugeschrieben. Das Verbundforschungsprojekt BAMP! (Bauen mit Papier) an der TU Darmstadt¹¹² verfolgt beispielsweise das Ziel, die Materialeigenschaften von Papier den Bauanforderungen anzupassen und weiterzuentwickeln. Es geht dabei unter anderem darum, die Festigkeit und Wasserbeständigkeit des Materials zu erhöhen. In dem Projekt werden die Möglichkeiten einer individualisierbaren Formgebung mit Papiermaterialien untersucht, zum Beispiel für die Verarbeitung in Tiefbauprozessen. Im Innenausbau von Gebäuden sind Tapeten denkbar, die das Raumklima und die Luftfeuchtigkeit regulieren, ohne zu schimmeln.¹¹³

¹⁰⁵ Vgl. Ri.Se o. J.; Valmet o. J.; Tomani 2009.

¹⁰⁶ CEPI 2013.

¹⁰⁷ CEPI 2013, 28. In diesem Kontext strebt der europäische Branchenverband der Papierindustrie eine Messung des Outputs in m² anstatt wie bisher in kg an.

¹⁰⁸ IES 2018, 41.

¹⁰⁹ Vgl. IES 2018; Internationale Energie Agentur (IEA) 2020.

¹¹⁰ CCS (englisch carbon capture and storage) ist ein Verfahren der Speicherung von CO₂, wodurch CO₂-Emissionen in die Atmosphäre durch Einlagerung in unterirdische Lagerstätten reduziert werden.

¹¹¹ Jönsson et al. 2013; Ericsson; Nilsson 2018,

¹¹² Natürliche Materialien wie Holz oder Papier werden seit Jahrtausenden im Bauwesen eingesetzt und spielen auch im modernen Hochbau und Innenausbau eine wesentliche Rolle. Beispiele reichen hier von Schichtholzplatten über Gipsfaserplatten bis hin zu Laminaten. Papier bietet auch zukünftig ein großes Potenzial für biobasierte Anwendungen im Baubereich. Es ist kostengünstig herstellbar, besteht überwiegend aus nachwachsendem Rohstoff, bietet bezogen auf das Eigengewicht sehr gute Festigkeitseigenschaften, kann als flächiges Material aber auch mit hoher Porosität bzw. sogar als Schaum produziert werden und ist verhältnismäßig einfach chemisch zu funktionalisieren. Vgl. tu-darmstadt.de. (Entnahme 27.06.2020)

¹¹³ Biesalski zitiert nach Laudenbach 2017.

Tabelle 3: Anwendungsmöglichkeiten für Papierprodukte in anderen Branchen

Die Themenlandschaften	Anwendungsmöglichkeiten für Papier (Beispiele „papiernaher“ Ideen bis zum Jahr 2030)
Wohnen und Arbeiten	Papier-Möbel, Papier-Häuser, intelligente Accessoires wie Tapeten, Gardinen, Rollos aus nachwachsenden Rohstoffen mit Temperatur, Klima und Feuchtigkeit regulierenden Funktionen
Ernährung	Trinkwasserreinigung, Rekultivier- und Hydropapiere für Aussaat und Aufzucht von Grünpflanzen
Gesundheit und Hygiene	Biobasierte Filter, Strahlenschutz durch absorbierende/reflektierende Oberflächen, funktionalisierte (antibakteriell, saugfähig, verrottbar) Bettwäsche und Matratzenauflagen
Mobilität	Karosseriebau, feuerfeste Pappe zur Innenverkleidung von Flugzeugen
Kommunikation, Bildung, Wissen	gedruckte Displays auf faserbasierten Substraten mit interaktiven Inhalten, Wiederbeschreibbarkeit (Vielfachnutzung von Papier), Eigenbeleuchtung
Logistik	Konservendosen aus Papier, 3-D-Druck, aktuelle Qualitätsanzeige in Verpackungen
Zukunftsstadt und Architektur	Papierfaserverstärkter Beton, Feuerbeständige Papierwolle zur Isolierung, Thermoputz aus wärmedämmenden Papierkugeln
Allgemeine Randbedingungen	Stoffe mit Papierfasern, elektrisch leitfähiges Papier, Elektronik-Träger (Papier erkennt z. B. Fingerabdrücke und macht daraufhin den Inhalt von Dokumenten sichtbar)

Quelle: Faser & Papier 2030

Papier wird schon heute im Automobilbau für die Dachkonstruktionen verwendet. Im Forschungsstadium befinden sich Technologien, um Bestandteile für Batterien aus Altpapier und Papierabfällen herzustellen. „Optimierter Faserstoff- und Additiveinsatz“ ist ein Forschungsthema der Papierbranche.¹¹⁴ Es wird dabei untersucht, wie Strukturen mit Papierfasern auch für die Außenhaut von Flugzeugen verwendet werden könnten. Zukünftig sollen auch Bio-Treibstoffe und neue Holzfaser-Verbundstoffe auf Basis von Papierprodukten und Nebenprodukten produziert werden können. Weitere Forschungsfelder sind der 3-D-Cellulosedruck, Nanocellulosepapier und -verpackungsmaterial sowie die Entwicklung von Papieren für die medizinische Diagnostik und antibakterielle Oberflächen auf Papierbasis, die in Krankenhäusern zum Einsatz kommen könnten. Unternehmen stellen auch Möbel und Computergehäuse aus Pappe statt aus Plastik her.

Papiererzeugnisse mit neuen Funktionalitäten tragen zudem zur umweltfreundlicheren Entsorgung (Kreislaufwirtschaft) bei: Strohhalme aus Papier, Behälter aus Pappe anstelle von Plastik- und Aluminiumbeuteln¹¹⁵ und abbaubare Verpackungen sind aktuelle Beispiele. Die Anreize

dafür kamen möglicherweise von zusätzlichen Absatzmöglichkeiten, die infolge der Anforderungen der EU an die Wiederverwertbarkeit entstanden.¹¹⁶ Ab 2021 wird die Europäische Union eine Abgabe von 80 Cent je Kilogramm unrecyceltem Plastikmüll von den Mitgliedsstaaten¹¹⁷ fordern. Es soll damit bewirkt werden, dass weniger Plastik in die Umwelt gelangt. Mit der Abgabe belegt werden sollen Kunststoffverpackungen, die nicht recycelt werden können. Damit könnte Einwegplastik teuer werden. Wie die einzelnen Staaten die Abgabe umsetzen – beispielsweise als Steuer für die Produzenten oder Verbraucher*innen – ist allerdings ihnen überlassen.

3.4 Handlungsfeld Nachhaltigkeit

Zusammenfassend hat sich bislang in den grundlegenden Kernprozessen der Papierindustrie wenig geändert. Lange und kurze Zellstofffasern in unterschiedlichem Mischungsverhältnis werden nach wie vor mit Wasser zu einem Brei verkocht und danach durch Entwässern, Mangeln, Pressen und die Beimengung von Leim zu Papier verarbeitet. Diese Prozesse wurden verfeinert und Wasser und Energie werden effizienter eingesetzt.¹¹⁸ Aber obwohl die technischen Potenziale zur Prozessoptimierung und

¹¹⁴ Etwa bei den Netzwerktagen 2020 der Papiertechnischen Stiftung (PTS), die vom 26.05. bis 28.05.2020 stattfanden. Dort stellte sie ihre Forschungsschwerpunkte vor.

¹¹⁵ Maurer 2019.

¹¹⁶ Richtlinie (EU) 2018/852.

¹¹⁷ 20 Eurocent der Abgabeneinnahmen sollen im jeweiligen Land verbleiben und 60 Eurocent an die EU abgeführt werden

¹¹⁸ Hariolf Koeder, Geschäftsführer Reflex, zitiert nach Laudenbach 2017.

Effizienz in bestehenden Anlagenparks und mit den vorhandenen Produktpaletten noch nicht ganz ausgeschöpft sind, werden Maßnahmen der Optimierung und der inkrementellen Anpassung aller Voraussicht nach nicht ganz ausreichen, um bis 2050 die Branche klimaneutral zu machen. Die Papierindustrie muss deswegen auch die Innovationen in ihren Kernprozessen und im Anlagenpark beschleunigen und ihre Produktpaletten erweitern, um in breiteren „industriellen Ökosystemen“ zu den gesellschaftlichen Nachhaltigkeitszielen beizutragen.

Die Papiertechnische Stiftung fasst insbesondere zwei zentrale, branchenübergreifende Innovationsfelder zusammen: 1) Die Schaffung eines belastbaren Energie-Ökosystems für erneuerbare Primärenergieträger und deren Speicherung sowie 2) die Minimierung der Rohstoff- und Energieverluste durch weitestgehende Kreislaufschließung beim Einsatz von Wasser, Rohstoffen, elektrischer Energie, Dampf und den Produkten selbst. Die Tatsache, dass Papier mehrfach im Kreislauf wiederverwendet werden kann und überwiegend aus nachwachsenden Rohstoffen besteht, macht die besondere Bedeutung der Papierbranche für die nachhaltige Bioökonomie deutlich. Allerdings muss der gesamte Stoffstrom „vom Acker und Wald bis zum Produkt“ neu durchleuchtet und weiter optimiert werden.¹¹⁹

Obwohl die technischen Potenziale zur Nachhaltigkeit der Branche zum großen Teil vorhanden sind oder derzeit erforscht werden, sind viele dieser Forschungsvorhaben für einzelne Unternehmen häufig zu kostspielig oder riskant. Deshalb werden Partnerschaften und unternehmensübergreifende Innovationsinitiativen auf deutscher wie auf europäischer Ebene notwendig sein, um die Innovationsprozesse zu beschleunigen. Das Jahr 2050, so formulierte es der Verband der europäischen Papierindustrie, „ist nur zwei Papiermaschinen entfernt“.¹²⁰ Zwar betreiben einzelne Großunternehmen eigene FuE-Projekte, aber für die erforderliche Innovationskraft müssen mehr unternehmensübergreifende Projekte initiiert werden, um beispielsweise in den Kernprozessen und bei neuen Maschinen zu Durchbrüchen zu gelangen. Der Schlüssel dazu könnte in der Kooperation zwischen Unternehmen der Branche und/oder anderen Industriezweigen liegen. Die Branche bräuchte gegebenenfalls auch eine gemeinsame Entwicklungs-Roadmap sowie gemeinsame oder koordinierte Innovations- und Investitionspläne, um die Innovationsdynamik rund um wichtige Zukunftsinnovationen zu stärken.¹²¹

¹¹⁹ Vgl. Bioökonomie o. J.

¹²⁰ CEPI 2013; CEPI 2011.

¹²¹ CEPI hat mit der RoadMap 2050 (2011) oder dem Two Team Project (2013) den Blick in die Zukunft gewagt, mit dem Ziel, das Innovationsgeschehen zu beschleunigen.

4

4. Rahmenbedingungen für eine nachhaltige Papierindustrie

Diese Übersicht über die aktuellen Entwicklungen in der Papierindustrie – ihre wirtschaftliche Lage, die zunehmende Digitalisierung, die Rolle Asiens am globalen Markt, den demografischen Wandel und Fachkräftemangel sowie die Potenziale zur Treibhausgasneutralität und Nachhaltigkeit – hat dargelegt, dass die deutsche und die europäische Papierbranche zwar mit großen Herausforderungen konfrontiert, grundsätzlich aber relativ gut aufgestellt ist, um die Vielzahl an gleichzeitig stattfindenden Transformationsprozessen zu bewältigen. Die Übersicht aktueller technologischer Optionen zur Nachhaltigkeit hat zudem gezeigt, dass sich das Ziel der Treibhausgasneutralität und Nachhaltigkeit durch eine Umstellung auf neue Produktionstechnologien, Produkte und Prozesse theoretisch erreichen ließe.

Allerdings ist auch klar, dass eine erfolgreiche Transformation große Innovations sprünge in vielen Bereichen erfordern wird. Insbesondere die Elektrifizierung und die Dekarbonisierung entscheidender Wertschöpfungsschritte der Papierherstellung (unter anderem durch den Einsatz von grünem Wasserstoff oder Lastmanagement) haben eine fundamentale Voraussetzung: den konsequenten Ausbau der erneuerbaren Energien (EE) in Deutschland und Europa. Dazu bedarf es einer entsprechenden EE-Strom- und Wasserstoffinfrastruktur sowie höherer Anschlusskapazitäten an den Standorten. Für den Ausbau des Lastmanagements oder der dezentralen EE-Eigenstromerzeugung wären neue regulative Anreiz- und Fördersysteme zu schaffen.

Der regulative Rahmen für die Transformation der Industrie birgt jedoch aktuell mehr Unsicherheiten als Garantien, sowohl auf nationaler als auch europäischer Ebene, weswegen notwendige Investitionen ausbleiben. Beispielsweise ist die Papierindustrie als energie- und emissionsintensive Industrie von Carbon Leakage grundsätzlich stark gefährdet. Diese Carbon-Leakage-Ge-

fährdung wird auch in der 4. Handelsperiode des Europäischen Emissionshandels (2021–2030) fortbestehen und angesichts steigender Emissionshandelspreise sich noch erhöhen. Daher findet folgerichtig weiterhin die Zellstoff- und Papierindustrie Berücksichtigung in der vorläufigen Liste der Carbon-Leakage-gefährdeten Sektoren und Teilsektoren.¹²² Durch die anstehende Reform der Emissionshandelsrichtlinie in 2021 und die in diesem Zusammenhang diskutierte Einführung eines CO₂-Grenzausgleichs – dessen Ausgestaltung noch unklar ist – könnte sich jedoch noch in der 4. Handelsperiode das aktuelle Carbon-Leakage-Schutzregime, wovon die Zellstoff- und Papierindustrie bislang profitiert hat, in seinem Aufbau verändern. Auch das Emissionshandelsbudget soll im Rahmen des europäischen Green Deals einer Prüfung unterzogen und angesichts der ambitionierten Klimaschutzziele aller Voraussicht nach weiter reduziert werden.¹²³

Die Papierindustrie als stromintensive Industrie bleibt damit wie bislang auf die Kompensation erhöhter Stromkosten angewiesen, unter anderem die Strompreiskompensation durch die Besondere Ausgleichsregelung, um die EEG-Kosten zu minimieren. Der Start des nationalen Brennstoffemissionshandels (Brennstoffemissionshandelsgesetz – BEHG) in 2021 verspricht zusätzliche neue Unsicherheiten und Kostenbelastungen für Unternehmen, die fossile Brennstoffe einsetzen. Da der Brennstoffemissionshandel national für Sektoren eingeführt wurde, die nicht dem europäischen Emissionshandel (EU ETS) unterliegen, stellt sich in Folge die Problematik der Wettbewerbsbenachteiligung und Carbon-Leakage-Problematik auch innerhalb der EU. Um sicherzustellen, dass in Deutschland produzierte Zellstoff- und Papiererzeugnisse dennoch konkurrenzfähig bleiben, ist vorgesehen, über verschiedene Regelungen indirekten Belastungen, insbesondere zur Vermeidung von Carbon Leakage (§ 11 Abs. 3 BEHG), vorzubeugen.

¹²² Mit einer endgültigen CL-Liste ist erst im Rahmen der Emissionshandelsreform 2021 zu rechnen. Die vorläufige Liste der Sektoren und Teilsektoren auf NACE-Ebene 4, bei denen gemäß Artikel 10b Absatz 1 der EU-EHS-Richtlinie davon ausgegangen wird, dass ein Risiko von CO₂-Verlagerungen besteht, umfasst 44 Sektoren. Vgl. EU-Kommission, 2018.

¹²³ Vor diesem Hintergrund bestehen für die Branche Unsicherheiten, auch da das aktuelle Carbon-Leakage-Schutzregime auf der freien Allokation von Emissionshandelszertifikaten und der Erstattung von indirekten Emissionshandelskosten durch erhöhten fossilen Strombezug, die sogenannte Strompreiskompensation (max. Teilkompensation von 75 %), aufbaut. Beide Instrumente sind degressiv ausgestaltet, sodass die Kostenbelastungen unabhängig von weiteren Reformen in den nächsten Jahren für die Branche ansteigen werden.

Der Entwurf¹²⁴ der Verordnung über Maßnahmen zur Vermeidung von Carbon-Leakage durch den nationalen Brennstoffemissionshandel (BEHG-Carbon-Leakage-Verordnung – BECV) sieht vor, dass Unternehmen einen finanziellen Ausgleich für die durch den nationalen Brennstoffemissionshandel entstandene Kostenbelastung beantragen können. Im Grundsatz folgt die BECV dem Carbon-Leakage-Schutz im EU ETS.¹²⁵ Doppelbelastungen durch das BEHG und das EU ETS bei Anlagen, die vom EU ETS erfasst sind, sollen gemäß § 7 Abs. 5 BEHG möglichst vorab vermieden werden.¹²⁶ Näheres regelt die praktische Durchführungsverordnung.¹²⁷

Auch wenn temporäre Doppelbelastungen¹²⁸ vermieden werden können, erhöht sich mit dem BEHG der bürokratische Aufwand. Darüber hinaus könnte der vorgegebene nationale Emissionshandelspreiskorridor mit 55 bis 65 Euro pro Tonne CO₂ in 2026, der deutlich oberhalb des Startpreises von 25 Euro je Tonne CO₂ und damit etwa auf der Höhe des aktuellen europäischen Emissionshandelspreises liegt, zu einer Verlagerung von Anlagen in den EU ETS beziehungsweise Phasing-Out von KWK-Anlagen außerhalb des EU ETS beitragen. Dies ist umso bedeutender, da die Kraft-Wärme-Kopplung aktuell noch zentral für die Wärme- und Eigenstromerzeugung ist. Um jedoch die weitgehende Elektrifizierung und Wärmebereitstellung auf Grundlage der erneuerbaren Energien als eine der wesentlichen Treibhausgassenkungen zu verwirklichen, ist es notwendig, zugleich tendenziell kontraproduktive regulatorische Belastungen im Gegenzug abzubauen. Hier sind in diesem Zusammenhang unter anderem erhöhte Netzentgelte oder die Stromsteuer und die EEG-Umlage zu nennen.

Neben der notwendigen Neuaufstellung der Energie-Regulieren ist auch die aktive industriepolitische Transformation durch Förder- und Finanzinstrumente zu nennen,

deren Lenkungswirkung noch ausbaufähig ist. Dazu gehören als Finanzierungsinstrument unter anderem die Carbon Contracts for Difference (CCfD)¹²⁹, die sowohl im Rahmen des europäischen Emissionshandels als auch national verstärkt an Bedeutung gewinnen werden, etwa beispielsweise in Form des Pilotprogramms „Klimaschutzverträge nach dem Carbon-Contracts-for-Difference-Ansatz“, das auch auf die Förderung von klima- und umweltschutzbedingten Betriebsmehrkosten (OPEX) ausgerichtet werden soll. Damit soll die bestehende Investitionskostenförderung (CAPEX) unter anderem im Rahmen des Nationalen Dekarbonisierungsprogramms ergänzt werden.

Aus dieser noch sehr ungewissen und unübersichtlichen regulatorischen und wirtschaftlichen Lage ergeben sich Planungsunsicherheiten für Unternehmen, was sich auf Investitionsentscheidungen sowohl an deutschen als auch europäischen Standorten negativ auswirken dürfte.

Im Ergebnis können die aktuellen Anforderungen an den Gesetzgeber, der die energieintensiven Industrien in Deutschland im Allgemeinen und die Papierindustrie im Besonderen bei der Transformation unterstützen und stärken soll, so zusammengefasst werden:

- **Verknüpfung relevanter Strategien und Programme:** Die Abstimmung und Verknüpfung von verschiedenen Konjunktur-, Förder- und Investitionsprogrammen ist ein wichtiger Schritt, damit Investitionen in Zukunftstechnologien trotz der aktuell schwierigen wirtschaftlichen Lage getätigt werden können. Der Green Deal muss mit den europäischen sowie nationalen Industrie- und Wasserstoffstrategien verzahnt und konkretisiert werden. Dabei soll auf die steigenden Anforderungen zu schneller CO₂-Reduktion mit entsprechenden konkreten Unterstützungskonzepten reagiert werden.

¹²⁴ BEVC-Verordnung (RefE 09.12.2020).

¹²⁵ Abschnitt 6 der BECV sieht darüber hinaus die nachträgliche Anerkennung beihilfeberechtigter Sektoren oder Teilsektoren auf Basis quantitativer und qualitativer Kriterien vor. Damit soll negativen Auswirkungen für deutsche Produzenten auf die Wettbewerbsfähigkeit gegenüber anderen EU-Mitbewerbern vorgebeugt werden. Notwendig ist dies, da die CL-Liste für das EU ETS grundsätzlich (nur) die Benachteiligung im Wettbewerb beim Handel mit Ländern außerhalb der EU abbildet.

¹²⁶ Die Bundesregierung hat dazu mit der Emissionsberichterstattungsverordnung 2022 – BeV 2022 und der Durchführungsverordnung zum Brennstoffemissionshandelsgesetz (Brennstoffemissionshandelsverordnung – BEHV) die notwendigen Durchführungsverordnungen beschlossen.

¹²⁷ 11 Abs. 1 BeV 2022 sieht vor, dass Lieferanten die zum Einsatz in einer dem EU-Handel unterliegenden Anlage gelieferten Erdgasmengen bei der Ermittlung der Emissionen aller gelieferten Mengen in Abzug bringen können. Der Lieferant ist also nicht verpflichtet, für solche Erdgasmengen Emissionszertifikate im nationalen Handel zu erwerben, die dem EU-Handel unterliegen. Das würde eine Doppelbelastung vermeiden, weil der Letztverbraucher mit dem nationalen CO₂-Preis von vornherein nicht belastet ist. Lieferverträge sind dahingehend auszugestalten bzw. anzupassen, ob die Emissionszertifikatekosten dem Kunden zunächst in Rechnung gestellt werden oder ob der Lieferant im Voraus darauf verzichtet. Entsprechend ist die Deutsche Emissionshandelsstelle (DEHSt) gemäß § 11 Abs. 2 BeV 2022 als zuständige Behörde über die zivilvertragliche Vereinbarung zu informieren.

¹²⁸ Der Antrag auf die Gewährung der Kompensationszahlungen soll jeweils bis zum 30.06. des jeweiligen Abrechnungsjahres zu stellen sein. Die Frist für die erstmalige Antragstellung läuft demnach am 30.6.2022 ab (BEVC – Abschnitt 5 § 14). Damit kann die Erstattung bis zu 18 Monate dauern.

¹²⁹ CCfDs sind projektbezogen und werden zwischen Unternehmen und Staaten für spezifische klimaschonende Projekte abgeschlossen. Das Instrument sieht vor, dass der Staat bis zu einem bestimmten CO₂-Preisniveau in den ersten Jahren Investitionen bezuschusst (gegebenenfalls über Auktionen für Differenzverträge oder in direkten Verhandlungen mit Unternehmen). Die projektspezifischen Emissionsreduktionsziele werden bestimmt, indem das erfolgte klimaschonende Produktionsverfahren mit einem alten verglichen wird. Steigt der CO₂-Zertifikatspreis jedoch über den Vertragspreis, ist das Unternehmen verpflichtet, die Differenz an den Staat zu zahlen. CCfDs, die einen CO₂-Preis durch den Staat garantieren, können somit die Unsicherheit und Finanzierungskosten der Unternehmen reduzieren, da stabile Erträge zur Finanzierung von Emissionsminderungen garantiert werden.

- **FuE:** Stärkere und langfristiger angelegte Forschungsförderung und -koordination auf deutscher und europäischer Ebene ist notwendig, um Innovationsprojekte in Kernprozessen sowie branchenübergreifende Potenziale voranzutreiben und das gesamte Innovationsgeschehen der Branche zu beschleunigen. Hierzu gehört es auch, gemeinsame Branchen-Roadmaps zu erstellen.
- **Investitionen in EE-Infrastruktur:** Der zügige Ausbau und die Verknüpfung von länderübergreifenden EE- und Wasserstoffinfrastrukturen (Erzeugungsanlagen, Netze, Transportwege und Speichersysteme) sind notwendige Bedingungen für die Dekarbonisierung der Papierindustrie (auch wenn grüner Wasserstoff für die Papierbranche erst ab 2030 infrage kommt).
- **Steuern, Abgaben und Carbon-Leakage-Schutz:** Der Abbau widersprüchlicher und dem Ziel der Nachhaltigkeit entgegenwirkender regulatorischer Maßnahmen ist dringend notwendig, beispielsweise die Abschaffung oder Senkung der Stromsteuer, dauerhafte und spürbare Senkung der EEG-Umlage für Industrieabnehmer, bessere Anreize für Lastmanagement sowie die Sicherstellung eines internationalen level playing fields durch einen langfristigen Carbon-Leakage-Schutz. Zudem ist der Ausbau flankierender Finanzierungsinstrumente zur Dekarbonisierung von Produktionsprozessen und Energieerzeugung notwendig sowie ein wettbewerbsfähiger Industriestrompreis auf Grundlage erneuerbarer Energien.

Mit einer verstärkten FuE- sowie Investitionsförderung, neuen Forschungsbündnissen, einem rapiden EE-Infrastrukturausbau sowie der Sicherstellung eines mittel- und langfristigen Marktes für grün hergestellte Produkte kann die notwendige Transformation der Papierindustrie vorangetrieben werden.

Dieser Transformationspfad in Richtung Nachhaltigkeit muss aber nicht nur für die Papierunternehmen und das Management, sondern auch für die Beschäftigten nachvollziehbar und planbar werden. In der gesamten Wertschöpfungskette Papier hängen europaweit rund 1,5 Millionen Arbeitsplätze direkt oder indirekt von Papier, Karton und Pappe ab.¹³⁰ Der Transformationsdruck auf die Beschäftigten nimmt sowohl aus digitalen als auch

umwelt- und klimapolitischen Gründen stetig zu, doch häufig fehlen die notwendigen Aus- und Weiterbildungsoptionen. Die Strategien für eine nachhaltige Entwicklung der Branche müssen deswegen auch Maßnahmen einschließen, die die Beschäftigten und deren Beschäftigungsfähigkeit in der Transformation sichern.

Hier spielen neben dem oben genannten förderlichen regulatorischen und wirtschaftlichen Umfeld für die technische Entwicklung betriebliche CEOs, Vorstände, die betrieblichen Mitbestimmungsakteure und Sozialpartner eine wichtige Rolle, um in verstärkter Kooperation attraktive Arbeitsbedingungen zu schaffen. Qualifikationsstrukturen und -systeme (sowohl inner- wie außerbetrieblich) und das „Talent Management“ der Branche müssen entsprechend gestärkt werden.¹³¹ Schließlich wird der Standort Deutschland in allen Funktionsbereichen der Betriebe in der Papier- und Zellstoffherstellung auch zukünftig auf gut ausgebildete und transformationsaffine Fachkräfte angewiesen sein.

¹³⁰ Vgl. VDP 2019b, 34.

¹³¹ McKinsey 2019, 10f.

5

5. Fazit:

SWOT-Analyse der Papier- und Zellstoffindustrie 2030+

Dieser Branchenausblick legt dar, welche gegenwärtig absehbaren Entwicklungen und welche technologischen, politischen und wirtschaftlichen Handlungsfelder in den kommenden Jahren und Jahrzehnten für die Nachhaltigkeitstransformation der Papierindustrie von besonderer Bedeutung sind. Dabei wurde insbesondere auf die aktuelle wirtschaftliche und handelspolitische Lage, die Auswirkungen der Digitalisierung, der Globalisierung und der wachsenden Rolle Chinas, auf den demografischen Wandel sowie die technologischen Optionen zu mehr Nachhaltigkeit und Treibhausgasneutralität eingegangen. Auch die Notwendigkeiten zur Neugestaltung der Energiewende-Rahmenbedingungen in Deutschland und in der EU wurden umrissen.

Die deutsche und die europäische Papierindustrie stehen finanziell und technisch grundsätzlich gut da. Die globalen Marktentwicklungen sind zwar weniger voraussehbar geworden, aber deutsche Standorte haben eine starke Position, insbesondere auf dem europäischen Markt. Der hauptsächliche Rohstoff der Branche ist nachwachsend und die Branche könnte grundsätzlich eine größere Rolle in der zukünftigen Bioökonomie spielen. Mit geeigneten Rahmenbedingungen könnte sie zudem in einer sektorengekoppelten, EE-strombasierten Gesellschaft einen wichtigen, systemstabilisierenden Beitrag leisten. Mittelfristig problematisch sind insbesondere die in der Tendenz und mit wachsendem Ressourcenwettbewerb steigenden Altpapier-, Energie-, Strom- und Holzpreise sowie eine mögliche Verknappung der Verfügbarkeit von Altpapier und Holz (auch dadurch, dass die Wälder mit dem Klimawandel jünger und trockener werden).

Technologische Optionen zur vollständigen Treibhausgasneutralität sind grundsätzlich vorhanden beziehungsweise werden erforscht und zum Teil entwickelt. Sie waren aber bislang preislich und regulativ weder genug gefördert oder angereizt, noch waren diese Innovationsanstrengungen in dem aktuellen gesetzlichen Rahmen oder mit Blick auf den Investitions- und Infrastrukturbedarf für die Unternehmen besonders attraktiv. Die Innovationslandschaft der Branche könnte stärker sein. Um die Innovationsdynamik der Papierbranche zu beschleunigen, wären unternehmensübergreifende Initiativen, Strukturen, Koordination, Modellfabriken und stärkere politische beziehungsweise staatliche Förderung erforderlich.

Abbildung 8 fasst in einer SWOT-Analyse die Stärken, Schwächen, Chancen und Risiken der Papierindustrie zusammen.

Abbildung 8: SWOT-Analyse der deutschen Papierindustrie

<h3>Stärken ("Strengths")</h3> <ul style="list-style-type: none"> 😊 Hohe Wettbewerbsfähigkeit deutscher Produkte 😊 Innovative Produkte 😊 Kundennähe (Export v. a. nach Europa) 😊 Papier als nachwachsender Rohstoff 😊 Dekarbonisierung technisch möglich/potenziell neue Geschäftsfelder durch nachhaltige Produkte 😊 (Duales) Ausbildungssystem und Mitbestimmungsstrukturen sorgen für bessere Innovationslandschaft und können dem Fachkräftemangel entgegenwirken 	<h3>Chancen ("Opportunities")</h3> <ul style="list-style-type: none"> 😊 Verpackungs- und Hygienebereich als Wachstumsfelder 😊 Spezialisierung auf hochwertige Nischenprodukte 😊 Positives Image durch Kreislaufwirtschaft und nachwachsende Rohstoffe, Bioökonomie 😊 Verlängerung der Wertschöpfungskette, neue Anwendungsgebiete, z. B. als Ersatz für fossilbasierte Produkte 😊 Beitrag zur Sektorenkopplung und Systemstabilität
<h3>Schwächen ("Weaknesses")</h3> <ul style="list-style-type: none"> 😞 Hoher Preis- und Wettbewerbsdruck bei Standardprodukten 😞 Kapitalintensive Produktion mit geringer Anlagenflexibilität, z. T. alte Anlagenparks 😞 Energieintensive Produktion 😞 Problematik Fachkräftesicherung und Attraktivität der Branche 😞 Unzureichende Innovationsdynamik und -partnerschaften in der Branche 😞 Fehlende Rahmenbedingungen für Innovation, Investitionen und Carbon-Leakage-Schutz 	<h3>Risiken ("Threats")</h3> <ul style="list-style-type: none"> 😞 Drohende Überkapazitäten im Verpackungsbereich 😞 Wachsender internationaler bzw. chinesischer Wettbewerb auf dem europäischen Markt 😞 Demografischer Wandel – Fachkräftesicherung 😞 Steigende Rohstoff- und Energiekosten (Holz, Zellstoff, Altpapier, Energie und CO₂), auch wegen Nutzungskonkurrenz 😞 Verfügbarkeit und Qualität von Altpapier und Holz 😞 Widersprüchliche Anreizsysteme und Marktsignale investitions- und innovationshemmend

Quelle: eigene Darstellung

Literaturverzeichnis

acatech (2019): Smart Maintenance – Der Weg vom Status quo zur Zielvision: <https://www.acatech.de/publikation/smart-maintenance-der-weg-vom-status-quo-zur-zielvision/>

Axelson, M.; Robson, I.; Wyns, T.; Khandekar, G. (2018): Breaking Through – Industrial Low-CO₂ Technologies on the Horizon. Institute for European Studies, Vrije Universiteit Brussel, 13.07.2018: www.ies.be/Breaking-Through_Report_13072018

Baurmann, J. G. (2018): Läuft nicht mehr so. Die Zeit, 27.06.2018: <https://www.zeit.de/2018/27/zeitungsdruck-papier-konsum-digitalisierung-veraenderung>

BBH (2020): Referentenentwurf des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit, Entwurf einer Verordnung über Maßnahmen zur Vermeidung von Carbon-Leakage durch den nationalen Brennstoffemissionshandel (BEHG-Carbon-Leakage-Verordnung – BECV). 09.12.2020: <https://www.bbh-blog.de/wp-content/uploads/entwurf-becv-9122020.pdf>

Bitkom (2017): Unternehmen reduzieren ihren Papierverbrauch. Pressemitteilung 4/2017: <https://www.bitkom.org/Presse/Presseinformation/Unternehmen-reduzieren-ihren-Papierverbrauch.html>

Bitkom (2019): Unternehmen brauchen digitale Frachtpapiere. Pressemitteilung 3/2019: <https://www.bitkom-research.de/de/pressemitteilung/unternehmen-brauchen-digitale-frachtpapiere>

BMAS (2013): Arbeitsmarktprognose 2030. Eine strategische Vorausschau auf die Entwicklung von Angebot und Nachfrage in Deutschland: http://www.bmas.de/Shared-Docs/Downloads/DE/PDF-Publikationen/a756-arbeitsmarktprognose-2030.pdf?__blob=publicationFile

BMW (2019): Energiewende in der Industrie: <https://www.bmw.de/Redaktion/DE/Artikel/Energie/energiewende-in-der-industrie.html>Boerse-online

BMW (2019a): Energiewende in der Industrie. Potenziale und Wechselwirkungen mit dem Energiesektor Branchensteckbrief der Papierindustrie: [https://www.bmw.de/Redaktion/DE/Downloads/E/energiewende-in-der-industrie-ap2a-branchensteckbrief-papier.pdf?__blob=publicationFile&v=4#:~:text=Diese%20Hauptgruppe%20wird%20weiter%20unterteilt,Pappe%20\(NACE%20Code%2017.2\)](https://www.bmw.de/Redaktion/DE/Downloads/E/energiewende-in-der-industrie-ap2a-branchensteckbrief-papier.pdf?__blob=publicationFile&v=4#:~:text=Diese%20Hauptgruppe%20wird%20weiter%20unterteilt,Pappe%20(NACE%20Code%2017.2))

Boerse-online.de (2016): Papierindustrie: Fünf Papiere sind attraktiv: <https://www.boerse-online.de/nachrichten/aktien/papierindustrie-fuenf-papiere-sind-attraktiv-1001350387>

Braitmaier, H. (2019): Bio-Carbonfasern aus Lignin. Bioökonomie BW. 12.03.2019: <https://www.biooekonomie-bw.de/fachbeitrag/aktuell/bio-carbonfasern-aus-lignin>

Bundestag (2019): Papierverbrauch der Bundesregierung. Pressemitteilung der Bundesregierung, 28.01.19: <https://www.bundestag.de/presse/hib/589642-589642>

Bundestag (2020): Papierverbrauch der deutschen Bundesbehörden. Drucksache 19/16549, 20.01.2020: <http://dip21.bundestag.de/dip21/btd/19/165/1916549.pdf>

Bundesverband Sekundärrohstoffe und Entsorgung BVSE (2020): Toilettenpapier-Nachfrage mehr als dreimal so hoch, 30.03.2020: <https://www.bvse.de/altpapier/nachrichten-papier-recycling/5632-toilettenpapier-nachfrage-mehr-als-drei-mal-so-hoch.html>

CEPI (2011): <http://www.cepi.org/system/files/public/documents/publications/environment/2011/Road-map-German%20version.pdf>

CEPI (2013): The Two Team Project: https://www.pita.org.uk/images/PDF/CEPI_Two_Teams_Project_Report.pdf

CEPI (2018): Key Statistics 2018. European pulp & paper industrie: http://digibook.digi-work.com/Digibooks.aspx/Get/cepi/1690/Final_Key_Statistics_2018pdf

CEPI (2019): Reinvest 2050: http://reinvest2050.eu/wp-content/uploads/2019/02/181205_CEPI_BROCHURE-WEB-2.pdf

Cordis (o. J.): Processes for Value added fibres by Innovative Deep Eutectic Solvents: <https://cordis.europa.eu/project/rcn/197317/factsheet/en>

Dornack, C.; Dietz, W. (2016): Alternative Nutzung von Reststoffen aus der Papiererzeugung vor dem Hintergrund steigender Preise in der energetischen Verwertung: http://www.vivis.de/phocadownload/Download/2016_rur/2016_RuR_573-586_Dornack-Dietz.pdf

Ericsson, K. & Nilsson, L. J. (2018): Climate innovations in the paper industry: Prospects for decarbonisation. (IMES/EESS report series; Vol. 110). Miljöoch energisystem, LTH, Lunds universitet.

Esmailnadjad, S.; Sundquist, J. (2014): Demand side Management in Swedish Industry – An investigation of load management in major Swedish industries. Master's Thesis in the Sustainable Energy Systems programme, Department of Energy and Environment, Chalmers University of Technology: <http://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/209250/209250.pdf>

Essity (2020): Higher sales and earnings for Essity during the first quarter of 2020. Press release, Stockholm, 14.04.2020: <https://www.essity.com/media/press-release/higher-sales-and-earnings-for-essity-during-the-first-quarter-of-2020/45c3c9c6e77dd197/>

Europäische Kommission (2018): Bekanntmachung der Kommission Vorläufige Carbon-Leakage-Liste 2021–2030 (2018/C 162/01): [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:52018XC0508\(01\)&from=DE](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:52018XC0508(01)&from=DE)

Europäische Kommission (o. J.): Pulp and paper industrie: https://ec.europa.eu/growth/sectors/raw-materials/industries/forest-based/pulp-paper_en

European Commission (2018): A Clean Planet for all – A European strategic long-term vision for a prosperous, modern, competitive and climate neutral economy, Brussels, 13 f.: https://ec.europa.eu/clima/sites/clima/files/docs/pages/com_2018_733_analysis_in_support_en_0.pdf, 361–366

EUWID (2020a): Corona-Krise bedroht Versorgung der deutschen Papierindustrie mit Altpapier; Artikel (Archiv) Verpackung: Text-Nr.: 016 Ausgabe: VP13/2020, 27.03.2020: <https://www.euwid-verpackung.de/>

EUWID (2020b): Papierindustrie plant Investition in eine Modellfabrik Papier / Entwicklungsraum für Papiererzeugung der Zukunft: <https://www.euwid-papier.de/news/einzelansicht/Artikel/papierindustrie-plant-investition-in-eine-modellfabrik-papier-entwicklungsraum-fuer-papiererzeugung.html>

EUWID (2020c): Papierproduktion und -verbrauch in China steigt nach Rückgang 2018 wieder an, 10.06.2020: <https://www.euwid-papier.de/news/einzelansicht/Artikel/papierproduktion-und-verbrauch-in-china-steigt-nach-rueckgang-2018-wieder-an.html>

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe FNR (o. J.): Biomasse-Potenziale: <https://bioenergie.fnr.de/bioenergie/biomasse/biomasse-potenziale/>

FAO Stat (2020): Forestry Production and Trade: <http://www.fao.org/faostat/en/>

Fieten, R. (2020): Robustheit schlägt Effizienz, FAZ 02.06.2020.

Freytag, B.; Diemand, S. (2020): Deutschland ist von der Rolle, FAZ 24.03.2020.

Hans-Böckler-Stiftung HBS (2013): Branchenanalyse 2013, Düsseldorf.

Hans-Bredow-Institut (2017): Zur Entwicklung der Medien in Deutschland zwischen 2013 und 2016. Wissenschaftliches Gutachten zum Medien- und Kommunikationsbericht der Bundesregierung: <https://www.bundesregierung.de/resource/blob/997532/752272/cfbc2bc28dd2a6fc33eb5f5c2a437b0/2017-06-27-medienbericht-data.pdf?download=1>

IG BCE (2014): Papiererzeugung in Deutschland. Eine Branchenanalyse: <http://docplayer.org/53863362-Papiererzeugung-in-deutschland-eine-branchenanalyse.html>

IG BCE (o. J.): Ein nachhaltiges Produkt: <https://igbce.de/igbce/ueber-uns/branchen/ein-nachhaltiges-produkt-28530>

Industrie.de (2019): Wie die Holz- und Papierindustrie dem Fachkräftemangel begegnen kann: <https://industrie.de/arbeitswelt/wie-die-holz-und-papierindustrie-dem-fachkraeftemangel-begegnen-kann/>

Institute for European Studies IES (2018): Breaking Through – Industrial Low CO₂-Technologies on the Horizon: [https://www.ies.be/files/Breaking_Through_Industrial_Low-CO₂_Technologies_on_the_Horizon_IES_13072018_0.pdf](https://www.ies.be/files/Breaking_Through_Industrial_Low-CO2_Technologies_on_the_Horizon_IES_13072018_0.pdf)

Internationale Energie Agentur IEA (2020): Pulp and Paper: <https://www.iea.org/tcep/industry/pulpandpaper/#trends>

Irmer, J. (2017): Lignin – ein Rohstoff mit viel Potenzial. Dossier Bioökonomie BW: <https://www.biooekonomie-bw.de/fachbeitrag/dossier/lignin-ein-rohstoff-mit-viel-potenzial>

Jaensch, R. (2019): Indiens Papierindustrie im Aufwind. Deutschland ist zweitgrößter Maschinenlieferant, GTAI 19.06.2019: <https://www.gtai.de/gtai-de/trade/branchen/branchenbericht/indien/indiens-papierindustrie-im-aufwind-108118>

Jönsson, J.; Kjärstad, J., Odenberger, M. (2013): Perspectives on the potential for CCS in the European pulp and paper: http://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/185715/local_185715.pdf

Laudenbach, P. (2017): Papier ist ungeduldig, Brandeins 01/2017.

Malerius, F. (2019): Indonesiens Papierindustrie ist auf Wachstumskurs: <https://www.gtai.de/gtai-de/trade/branchen/branchenbericht/indonesien/indonesiens-papierindustrie-ist-auf-wachstumskurs-21718>

Maurer, J. (2019): Japans Papier- und Pappebereiche driften auseinander, GTAI 20.06.2019: <https://www.gtai.de/gtai-de/trade/branchen/branchenbericht/japan/japans-papier-und-pappebereiche-driften-auseinander-107982>

McKinsey & Company; Berg, P.; Lingqvist, O. (2019): Pulp, paper, and packaging in the next decade: Transformational change: <https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Industries/Paper%20and%20Forest%20Products/Our%20Insights/Pulp%20paper%20and%20packaging%20in%20the%20next%20decade%20Transformational%20change/Pulp-paper-and-packaging-in-the-next-decade-Transformational-change-2019-vF.pdf>

Mediamundo (o. J.): Umwelt und Soziales in der Papierindustrie: <https://www.mediamundo.biz/mm-redaktion/papier-aktuell/soziales>

Neubert, M. (2018): Spaniens Papierindustrie investiert mehr. Der Sektor erholt sich und setzt auf E-Commerce und die Kreislaufwirtschaft, GTAI 16.08.2018: <https://www.gtai.de/gtai-de/trade/branchen/branchenbericht/spanien/spaniens-papierindustrie-investiert-mehr-15092>

Nilsson, M.; Nilsson, L. J.; Ericsson, K. (2011): New energy strategies in the Swedish pulp and paper industry—The role of national and EU climate and energy policies, in: Energy Policy 39 (2011), 1439–1449.

Print (2020): Papierhersteller, in: Fachzeitschrift der Druckhersteller: <https://www.print.de/thema/papierhersteller/>

Provides (o. J.): Deep Eutectic Solvents in the paper industry: https://www.providespaper.eu/media/Brochure-Provides-ISTP_FINAL.pdf

Provides (o. J.): Projects Provides: <https://ispt.eu/projects/provides/>

Ri.se (o. J.): Lignin science – products and processes: <https://www.ri.se/en/what-we-do/expertises/lignin-science>

Robert Koch-Institut RKI (2013): Demografischer Wandel: https://www.rki.de/DE/Content/Gesundheitsmonitoring/Themen/Demografischer_Wandel/Demografischer_Wandel_node.html

Robert Koch-Institut RKI (2015): GBE-Berichte, Gesundheit in Deutschland 2015, Kapitel 09: https://www.rki.de/DE/Content/Gesundheitsmonitoring/Gesundheitsberichterstattung/GBEDownloads-GiD/2015/09_gesundheit_in_deutschland.pdf;jsessionid=4CEC64517B418515933DA6FE240806EA.internet081?__blob=publicationFile

Rohde, R. (2019a): China importiert weniger Zellstoffe und Papier: <https://www.gtai.de/gtai-de/trade/branchen/branchenbericht/china/china-importiert-weniger-zellstoffe-und-papier-158960>

Rohde, R. (2019b): Digitalisierung setzt Chinas Papierindustrie unter Druck: <https://www.gtai.de/gtai-de/trade/branchen/branchenbericht/china/digitalisierung-setzt-chinas-papierindustrie-unter-druck-167836>

Roth, S.; Zetterberg, L.; Acworth, W.; Kangas, H.; Neuhoff, K. (2016): Climate Strategies, May, 2016, 15: <http://climatestrategies.org/wp-content/uploads/2016/05/CS-The-pulp-and-paper-report-april-2016-formatted3.docx.pdf>

Runte, S.; Putz, H.-J.; Schabel, S. (2016): Entwicklung von Anforderungen an die Rezyklierbarkeit von Papierprodukten, https://www.vivis.de/wp-content/uploads/RuR9/216_RuR_557-572_Runte

Sappi (2018): Towards a more sustainable pulp and paper industry with Deep Eutectic Solvents: <https://www.sappi.com/de/towards-a-more-sustainable-pulp-and-paper-industry-with-deep-eutectic-solvents>

Scordato, L.; Klitkou, A.; Tartiu, V. & Coenen, L. (2018): Policy mixes for the sustainability transition of the pulp and paper industry in Sweden. *Journal of Cleaner Production*, 183, 1221.

Siemens (2020): HYFLEXPOWER: Weltweit erste integrierte Power-to-X-to-Power-Demonstrationsanlage mit Wasserstoffgasturbine, 29.05.2020: <https://press.siemens.com/global/en/pressrelease/hyflexpower-worlds-first-integrated-power-x-power-hydrogen-gas-turbine-demonstrator>

Statista (2019): Energieintensivste Produktionsbereiche nach Energieverbrauch in Deutschland im Jahresvergleich 2007 und 2017: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/164011/umfrage/energieintensivste-und-energieaermste-industrien-deutschland-2008/>

Statista (2020a): Umsätze der wichtigsten Industriebranchen in Deutschland bis 2018: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/241480/umfrage/umsaetze-der-wichtigsten-industriebranchen-in-deutschland/>

Statista (2020b): Verbrauchsmenge von Altpapier der deutschen Zellstoff- und Papierindustrie in den Jahren 2009 bis 2019: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/5948/umfrage/entwicklung-der-verbrauchsmenge-von-altpapier-ab-2006/>

Statista (2020c): Anteil ausgewählter Länder an der europäischen Zellstoffproduktion im Jahr 2019: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/197570/umfrage/anteil-der-zellstoffproduktion-in-der-europaeischen-papier-und-zellstoffindustrie/>

Statista (2020d): Innovationsintensität der Papierindustrie in Deutschland in den Jahren 2008 bis 2018: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/164892/umfrage/innovationsintensitaet-der-papierindustrie-in-deutschland/>

Statista (2020e): Innovationsaufwendungen der Papierindustrie im Deutschland in den Jahren 2008 bis 2020: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/164893/umfrage/innovationsaufwendungen-der-papierindustrie-in-deutschland/>

Statista (2020f): Energieintensivste Produktionsbereiche nach Energieverbrauch in Deutschland im Jahresvergleich 2007 und 2017: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/164011/umfrage/energieintensivste-und-energieaermste-industrien-deutschland-2008/>

Statista (2020g): Sind die steigenden Energie- und Rohstoffpreise das größte Risiko für ihr Unternehmen?: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/182096/umfrage/rohstoffpreise-risiko-fuer-unternehmen/>

Statista (2020h): Anteil von Recycling-Material an der Neuproduktion nach Materialart in Deutschland im Jahr 2018: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/911258/umfrage/anteil-von-recycling-material-an-der-neuproduktion/>

Statista (2020i): Recyclingquote von Altpapier in Europa in den Jahren 1991 bis 2019: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/168479/umfrage/recyclingquote-von-altpapier-in-europa-seit-1991/>

Statistisches Bundesamt (2018): Fachserie 4 Reihe 4.1.2, Wiesbaden.

Statistisches Bundesamt (2020): Exporte und Importe (Spezialhandel) nach Güterabteilungen des Güterverkehrszeichnisses für Produktionsstatistiken: <https://www.destatis.de/DE/Themen/Wirtschaft/Aussenhandel/Tabellen/einfuhr-ausfuhr-gueterabteilungen.html>

Statistisches Bundesamt (o. J.): Treibhausgasemissionen bei der Herstellung von Papier und Pappe in Deutschland: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/481757/umfrage/treibhausgasemissionen-bei-der-herstellung-von-papier-und-pappe-in-deutschland/>

Statistisches Bundesamt Destatis (2018): Güterverzeichnis für Produktionsstatistiken: https://www.destatis.de/DE/Methoden/Klassifikationen/Gueter-Wirtschaftsklassifikationen/Downloads/gp-19-abt-17.pdf?__blob=publicationFile

Statistisches Bundesamt Destatis (2019): Produzierendes Gewerbe: https://www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Industrie-Verarbeitendes-Gewerbe/Publikationen/Downloads-Struktur/betriebe-taetige-personen-2040412187004.pdf?__blob=publicationFile

Stiftung Arbeit und Umwelt der IG BCE STAU (2019): Monitor Digitalisierung: https://www.arbeit-umwelt.de/wp-content/uploads/Studie_MonitorDigitalisierung_StiftungIGBCE.pdf

Tomani, P. (2009): The Lignoboost Process: <https://pdfs.semanticscholar.org/0812/1594360601e6c8eab8a7616e452ad458fde.pdf>

Umweltbundesamt (2015): Papier und Druckerzeugnisse: <https://www.umweltbundesamt.de/papier-druckerzeugnisse#textpart-2>

Umweltbundesamt (2020a): Altpapier: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/ressourcen-abfall/verwertung-entsorgung-ausgewaehlter-abfallarten/altpapier#textpart-1>

Valmet (o. J.): Ligno Boost – lignin from pulp mill black liquor: <https://www.valmet.com/more-industries/bio/lignin-separation/>

Verband Deutscher Papierfabriken VDP (2020a): Papierindustrie ist systemrelevant, Pressemitteilung, 24.03.2020: https://www.vdp-online.de/pressedetails?tx_news_pi1%5Baction%5D=detail&tx_news_pi1%5Bcontroller%5D=News&tx_news_pi1%5Bnews%5D=1264&cHash=4df18d4b70f4b08590174784e837effc

Verband Deutscher Papierfabriken VDP (2019a): Papierkompass: https://www.vdp-online.de/fileadmin/0002-VDP/07_Dateien/7_Publikationen/Kompass_dt.pdf

Verband Deutscher Papierfabriken VDP (2019b): Leistungsbericht Papier 2019

Verband Deutscher Papierfabriken VDP (2020b): Deutsche Papierindustrie: Schwaches Jahr 2019 – Sorten entwickeln sich unterschiedlich. Pressemitteilung des VDP vom 04.03.2020: https://www.vdp-online.de/pressedetails?tx_news_pi1%5Baction%5D=detail&tx_news_pi1%5Bcontroller%5D=News&tx_news_pi1%5Bnews%5D=1163&cHash=f9b8c48fcc3ea431fd3872f4839fdf1e

Verband Deutscher Papierfabriken VDP (2020c): Forderungen an eine europäische und nationale Energie- und Klimapolitik, Pressemitteilung, 25.05.2020.

Verband Deutscher Papierfabriken VDP (2020d): Forstbasierte Industrien verbessern CO₂-Bilanz der EU um 20 Prozent, Pressemitteilung, 12.06.2020: https://www.vdp-online.de/pressedetails?tx_news_pi1%5Baction%5D=detail&tx_news_pi1%5Bcontroller%5D=News&tx_news_pi1%5Bnews%5D=1797&cHash=ba2bd68e36297ac14b62891b5a03749c

Verband Deutscher Papierfabriken VDP (2020e): Stellungnahme des VDP auf Fragen der Stiftung Arbeit und Umwelt vom 28.07.2020.

Wittmann, H.-J. (2019): Russlands Papierindustrie bleibt auf Wachstumskurs. Hersteller investieren in Modernisierung ihrer Kapazitäten, GTAI 06.11.2019: <https://www.gtai.de/gtai-e/trade/branchen/branchenbericht/russland/russlands-papierindustrie-bleibt-auf-wachstumskurs-167812>

Wuppertal Institute (2016): FlexInd. Final Report: https://epub.wupperinst.org/frontdoor/deliver/index/docId/6557/file/6557_FlexInd.pdf

ZEW (2020): Innovationen. ZEW Branchenreport. Papierindustrie: http://ftp.zew.de/pub/zew-docs/brarep_inno/issue/2019/07_papier2019.pdf

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

Inselstraße 6
10179 Berlin
Telefon +49 30 2787 1325

Königsworther Platz 6
30167 Hannover
Telefon +49 511 7631 472

E-Mail: arbeit-umwelt@igbce.de
Internet: www.arbeit-umwelt.de

