

# Herstellung von Papier, Pappe und Waren daraus

WZ08-17

## Struktur der Branche

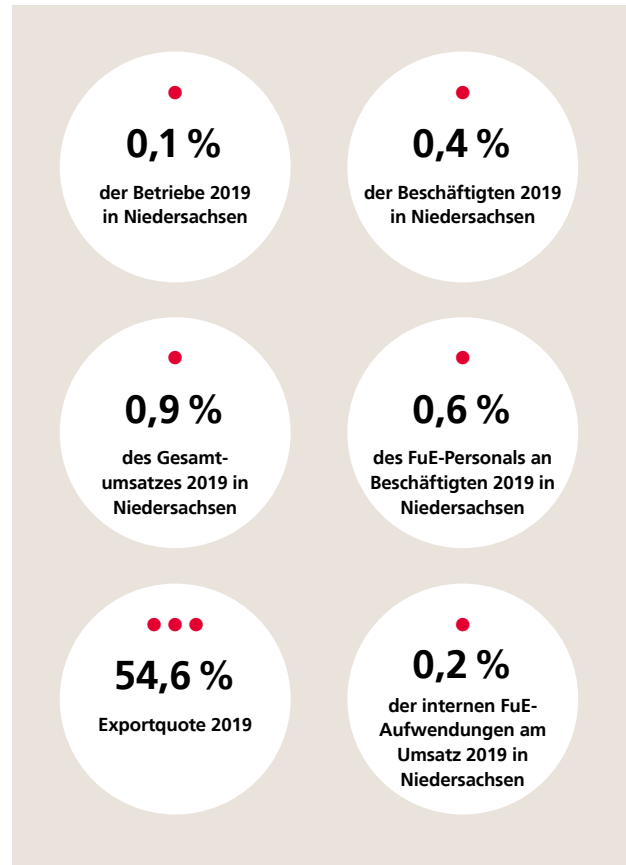
Diese Branche umfasst die Herstellung von Holz- und Zellstoff und veredelten Papiererzeugnissen. Eingeschlossen sind auch bedruckte Papiererzeugnisse (z. B. Tapeten, Geschenkpapier usw.), nicht jedoch das Drucken von Zeitungen, Zeitschriften, Büchern etc. (Statistisches Bundesamt 2008).

### Branchenkennzahlen für Niedersachsen

Die Papierindustrie in Niedersachsen umfasst knapp 14.500 abhängig Beschäftigte in 189 Betrieben (Stand 2019). Dies entspricht 0,4 % aller Beschäftigten, aber nur 0,1 % aller Betriebe (Statistik der Bundesagentur für Arbeit 2022). Der Umsatz liegt bei 5,2 Mrd. € und macht 0,9 % der gesamten niedersächsischen Wirtschaftsleistung aus (LSN 2022). Etwas mehr als die Hälfte des Branchenumsatzes wird über den Güterexport erwirtschaftet (Statistisches Bundesamt 2022a). Gegenüber 2010 hat sich die Zahl der Beschäftigten kaum verändert (Statistik der Bundesagentur für Arbeit 2022). Die Anteile der Betriebe, der Beschäftigten sowie des Gesamtumsatzes entsprechen zugleich den Branchenanteilen in Deutschland (Statistisches Bundesamt 2022b).

### Innovationsverhalten

Insgesamt sind 0,6 % der Branchenbeschäftigten als FuE-Personal in der Papierindustrie beschäftigt, es werden 0,2 % des Branchenumsatzes in interne FuE-Aufwendungen investiert. Die Anteile des FuE-Personals sowie der Anteil der internen FuE-Aufwendungen stimmt mit denen für Deutschland überein. Das Innovationsverhalten in der Papierindustrie ist in Niedersachsen deutlich gestiegen; die internen FuE-Aufwendungen haben sich zwischen 2011 und 2019 fast verdoppelt. Deutschlandweit fokussieren sich 70 % der Unternehmen der Papierindustrie auf den Bereich **Klima und Umwelt** (Stifterverband Wissenschaftsstatistik 2022). Für die Differenzierung in Niedersachsen besteht Informationsbedarf.

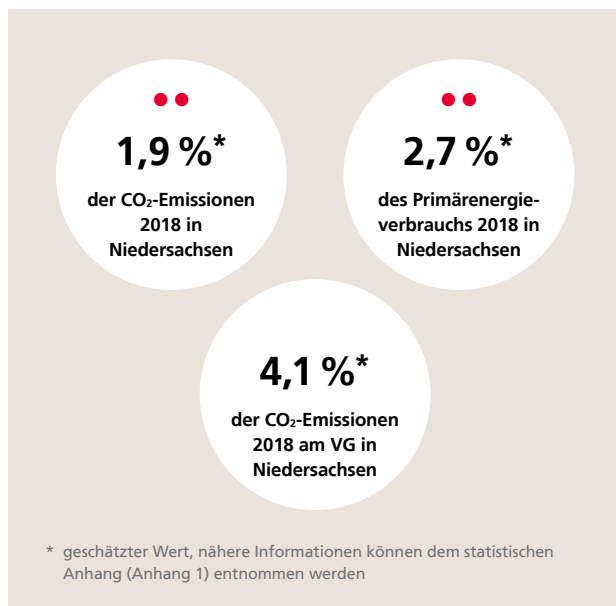


Quelle: vgl. Transformationsstudie, Anhang 1 und Anhang 3 (Seite 86 und 88)

## Emissionen und Energieverbrauch

### CO<sub>2</sub>-Emissionen

Die Papierindustrie ist für 1,9 % der energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen der niedersächsischen Wirtschaft verantwortlich (2018). Der Anteil ist etwas höher als der Branchenanteil im übrigen Deutschland. Bezogen auf das verarbeitende Gewerbe erreicht die Branche in Niedersachsen einen Anteil von 4 %. Die energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen sind gegenüber 2010 um 14 % gesunken (UGRdL 2021).



Quelle: vgl. Transformationsstudie, Anhang 1 und Anhang 3 (Seite 86 und 88)

### Primär- und Endenergieverbrauch

Die Papierindustrie ist für 2,7 % des Primärenergieverbrauchs (PEV) der niedersächsischen Wirtschaft verantwortlich (2018) und liegt damit ähnlich hoch wie der Anteil im übrigen Deutschland (2,6 %). Der PEV der niedersächsischen Papierindustrie ist gegenüber 2010 um 12 % gesunken, während im übrigen Deutschland ein Rückgang von lediglich 2,6 % zu verzeichnen war (UGRdL 2021).

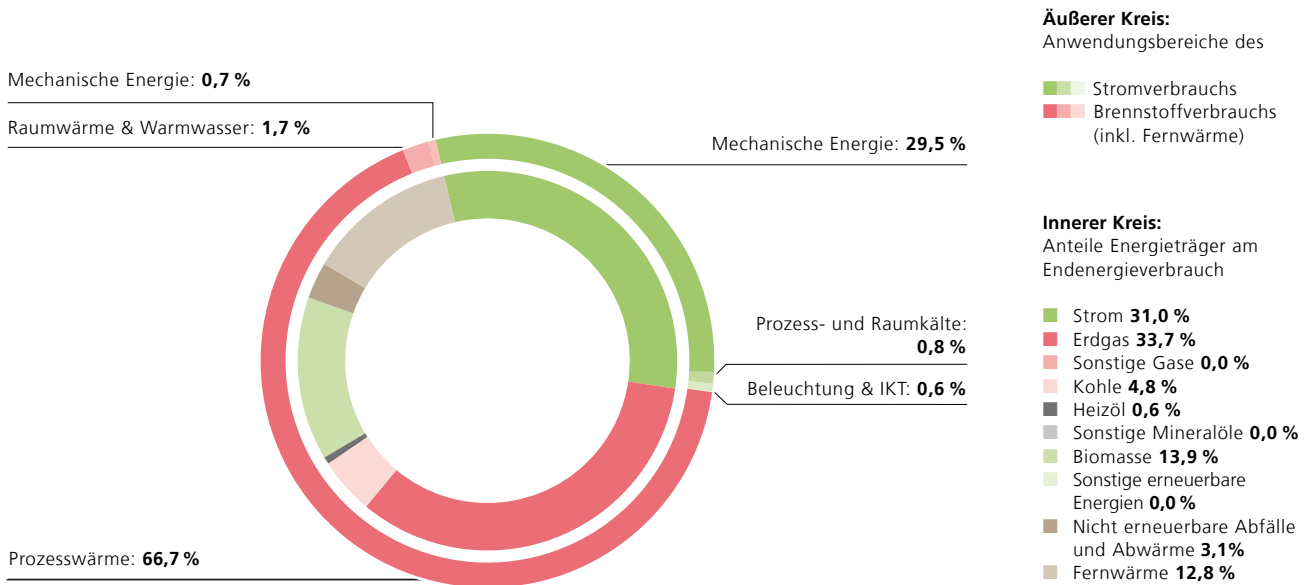
Der Energiebezug des Sektors ist in hohem Maße von fossilen Energieträgern, insbesondere Erdgas, abhängig. Insgesamt sind auf Bundesebene im Jahr 2019 fossile Brennstoffe (Erdgas, Kohle und Mineral-

öle) für rund 40 % des Endenergieverbrauchs (EEV) verantwortlich (AG Energiebilanzen 2021b). Zudem kommt im Papiersektor in höherem Maße als in anderen Sektoren bereits heute Biomasse zum Einsatz, meist aus Abfälle, Rinde, Produktionsrückständen, Biogas oder zugekaufter Biomasse (Godin 2020). In Niedersachsen liegt der Anteil von Erdgas mit knapp 50 % deutlich höher als im Bundesvergleich (LSN 2021). Gleichzeitig sind der Kohleverbrauch, aber auch der elektrifizierte Energiebedarf in Niedersachsen geringer als im Bundesvergleich (LSN 2021).

Der Energiebedarf der Branche ist überwiegend auf Prozesswärmebedarfe zurückzuführen, mehr als die Hälfte des Energieverbrauchs entfällt auf die Dampf- und Wärmeerzeugung in Niedrig- und Mitteltemperaturbereichen (Fraunhofer ISI 2021; BCG 2021). Dabei ist insbesondere der dampfbasierte Trocknungsprozess in der Papiermaschine energieintensiv und für rund 70 % des Brennstoffbedarfs verantwortlich (Godin 2020). Der Strombedarf des Sektors ist insbesondere auf mechanische Energie zurückzuführen, hier sind speziell die Prozesse des Refining, des Pressens und die Trocknung energieintensiv.

Eine Besonderheit des Papiersektors in Deutschland ist zudem die hohe Eigenenergieerzeugung in KWK-Anlagen, die rund 75 % der insgesamt eingesetzten Wärme und 46 % des eingesetzten Stroms decken (Godin 2020).

## Endenergieverbrauch nach Energieträgern und Anwendungsbereichen des deutschen Papiergewerbes (in %, 2019)



Quellen: Eigene Darstellung, AG Energiebilanzen (2021b) und Fraunhofer ISI (2021a); Abweichungen von 100 % ergeben sich durch Rundungen in der Darstellung

## Transformationspfad

Aufgrund der hohen Energieintensität der Produktion wird der Papiersektor sowohl in den deutschen Transformationsszenarien als auch auf europäischer Ebene vertieft diskutiert. Dabei liegt ein Fokus bislang auf der Umstellung der Energiebedarfe aus Wärmeprozessen sowie auf der Steigerung der Energieeffizienz. Aufgrund der niedrigen bis mittleren Temperaturbedarfe erscheint zum jetzigen Zeitpunkt noch eine Umstellung der Prozesswärme basierend auf verschiedenen klimaneutralen Alternativen zur Wärmeerzeugung denkbar. Insbesondere vergleichsweise niedrige Temperaturbedarfe in der Papiertrocknung sind grundsätzlich für einen Einsatz von Solarthermie und Tiefengeothermie geeignet, die prozessspezifische Anwendbarkeit ist aber vielfach noch nicht erprobt. Zudem sind Herausforderungen in Bezug auf die Ausfallsicherheit und Temperaturstabilität sowie die Auswirkungen auf die Produkteigenschaften zu berücksichtigen (IN4climate.NRW 2021). Da Abfallprodukte aus den Produktionsprozessen für den Brennstoffwechsel in Prozessen mit

hohen Temperaturbedarfen genutzt werden können und bereits heute Biomasse in signifikantem Maße als Brennstoff verwendet wird, wird in den bestehenden Szenarien hingegen nur von einem begrenzten Bedarf an Wasserstoff für Hochtemperaturprozesse ausgegangen (Prognos et al. 2021; Consentect et al. 2021).

Als ein Sektor mit einer hohen Energieintensität sowie einem hohen Anteil an Querschnittstechnologien wird zudem von einem guten Potenzial für eine Energieeffizienzsteigerung ausgegangen (EWI et al. 2021). Viele der technologischen Optionen werden zwar erst ab 2030 in industriellem Maßstab eingesetzt werden können, doch bereits vor 2030 bestehen signifikante Reduktionspotenziale durch eine Steigerung des Einsatzes von bereits verfügbaren Best-Practice-Technologien wie beispielsweise Wärmetauschern, effizienten mechanischen Entwässerungstechnologien sowie Prozessdigitalisierung und Automatisierung (Prognos 2020; European Commission 2021). Zudem können Ansätze zur Steigerung der Ressourceneffizienz, beispielsweise durch die Reduktion des Papiergewichts oder der Beimischung

von Fasern aus Kalzium und Siliziumdioxid, einen relevanten Beitrag zur Emissionsreduktion leisten (Maedeh et al. 2021). Produkt- und Prozessinnovationen sind zudem notwendig, um durch eine Erhöhung der Recyclingfähigkeit sowie durch die Reduktion der Frischfaserbedarfe in der Produktion eine weitere Steigerung der Altpapierquote in der Papierproduktion zu ermöglichen. Neben technologischen Hemmnissen müssen hierfür jedoch auch ökonomische Barrieren (bspw. die fehlende Wirtschaftlichkeit des Einsatzes mineralölfreier Farbe) oder Einschränkungen durch Anwendungsanforderungen (bspw. die Einschränkung des Einsatzes von Recyclingfasern in Lebensmittelverpackungen oder spezifische Anforderungen in Spezialpapieren) überwunden werden (Godin 2020).

#### Literaturverweis

Ein Überblick vorhandener Technologieoptionen in der Papierproduktion sowie ihrer technologischen Reife wurde von Maedeh et al. (2021) zusammengestellt.

## Gegenwärtige Herausforderungen

„Die deutsche Papierindustrie gehört hinsichtlich ihrer Produktionstechnik weltweit zu den Spitzenreitern“ (Dispan und Vassiliadis 2014), wodurch sich Deutschland zum größten Papierhersteller Europas entwickelt hat (Dispan und Vassiliadis 2014). Zudem gibt es weltweit nur wenige Nationen, die mehr Papier als Deutschland verbrauchen (Stiftung Arbeit und Umwelt 2021c). In den meisten Industrieländern sind gegenwärtig jedoch Sättigungstendenzen zu erkennen, was eine weltweite Verschiebung der Produktion und Nachfrage nach Asien zur Folge hat, insbesondere nach China und in andere Schwellenländer (Russland, Brasilien). In Europa hingegen stagniert der Papiermarkt oder ist sogar rückläufig (Dispan und Vassiliadis 2014). Aufgrund der hohen Rohstoffabhängigkeit aus dem Ausland führt der Aufkauf von Papier/Pappe durch südostasiatische Länder zu einer Rohstoffknappheit in Deutschland

und Europa (Dispan und Vassiliadis 2014; Stiftung Arbeit und Umwelt 2021c).

„Während die Nachfrage nach den grafischen Papieren tendenziell sinkt, ist im Verpackungsbereich eine Zunahme zu beobachten“ (Godin 2020). Durch den expandierenden Onlinehandel ist ein nachlassender Materialverbrauch im Verpackungsbereich zudem nicht zu erwarten (Stiftung Arbeit und Umwelt 2021c). Der Bedarf an Transportverpackungen aus Papier, Pappe und Karton ist sogar angestiegen (Dispan und Vassiliadis 2014). Dies hat sich durch die Corona-Pandemie noch verstärkt. „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“ (Stiftung Arbeit und Umwelt 2021c). Die Nachfrage nach Erzeugnissen aus Zellulose als Substitutionsmaterial für Plastikverpackungen steigt bereits in zunehmender Weise.

Die deutsche Energiewende sowie die durch den Ukraine-Krieg hervorgerufene „Energiekrise“ haben direkte Auswirkungen auf die Papierindustrie. Die Branche hat eine hohe Gasabhängigkeit, da der größtenteils in firmeneigenen KWK-Anlagen erzeugte Strom zumeist mit Gas erzeugt wird (Dispan und Vassiliadis 2014). Produkte aus Papier und Pappe sind einem intensiven internationalen Wettbewerb ausgesetzt, in welchem der Produktpreis eine zentrale Rolle für die Marktpositionierung der Unternehmen darstellt. „Damit unterliegt die Produktion dieser Güter einem hohen Kostendruck“, der durch die derzeitige Preissteigerung für Energie (aber auch die mit den CO<sub>2</sub>-Emissionen verbundenen Kosten, z. B. CO<sub>2</sub>-Zertifikate, Einsatz von CCS) verstärkt wird (Godin 2020). Durch die Corona-Krise hat sich die Knappheit von Papier und insbesondere Altpapier auf dem Weltmarkt verstärkt. Dazu geführt haben die hohen Kosten, die gestiegene Nachfrage im Verpackungsbereich und die Umstellung der Betriebe darauf sowie insbesondere die erhöhte Nachfrage Chinas nach Zellstoff und den Aufkauf von diesem auf dem Weltmarkt (Zapf 2021; bvdM 2022). In vielen Branchen – so auch in der Papierindustrie – ist der Fachkräftebedarf eine wesentliche Herausforderung (Bundesagentur für Arbeit 2022).

## Ausgewählte Handlungsfelder der Branche

### Dekarbonisierung der Prozesswärme

Der Bedarf an Prozesswärme macht in der deutschen Papierindustrie rund 70 % des Endenergieverbrauchs aus, niedersachsenspezifische Daten sind nicht verfügbar. Basierend auf Bundesdaten kann davon ausgegangen werden, dass auch in Niedersachsen insbesondere Prozesswärmebedarfe für den hohen Bedarf an fossilen Energieträgern verantwortlich sind. Bislang wurden im niedersächsischen Papiersektor zwischen 2010 und 2019 der Kohleverbrauch um rund die Hälfte reduziert, insbesondere durch eine Substitution mit Erdgas sowie durch Fernwärme. Der Anteil fossiler Energieträger am EEV ist im Betrachtungszeitraum insgesamt gestiegen (LSN 2012, 2021). Eine Umstellung auf andere Energieträger wie Biomasse oder Strom erfolgte im selben Zeitraum kaum, der Anteil beider Energieträger am EEV liegt im Jahr 2019 unter dem Bundesdurchschnitt (LSN 2021; AG Energiebilanzen 2021b). Vergleichsweise geringe Temperaturbedarfe sowie der Einsatz von Querschnittstechnologien bieten gute technologische Potenziale zur Nutzung erneuerbarer Energiequellen wie Solar- und Geothermie sowie von Abwärme. Prozessspezifische Technologien müssen vielfach noch entwickelt, erprobt oder skaliert oder im Hinblick auf ihre prozessspezifische Anwerbarkeit geprüft werden (IN4climate.NRW 2021). Analog zur Bundesebene ist der Papiersektor in Niedersachsen von einer im Vergleich zu anderen betrachteten Branchen geringeren FuE-Intensität gekennzeichnet, jedoch wurden die FuE-Aufwendungen zwischen 2011 und 2019 in Niedersachsen stark erhöht. Dabei liegt ein deutlicher Fokus der Innovationstätigkeiten (bundesweit) auf dem Bereich Umwelt- und Klimaschutz.

### Energieeffizienz

Der Papiersektor in Niedersachsen konnte seinen Energieverbrauch in den vergangenen Jahren bereits erfolgreich um rund 12 % senken. Die realisierte Reduktion des Primärenergieverbrauchs lag dabei deutlich über dem Rückgang auf Bundesebene. Aufgrund der fehlenden Verfügbarkeit von (berei-

nigten) Daten zur branchenspezifischen Energieintensität in Niedersachsen ist jedoch im Rahmen dieser Studie nicht zu differenzieren, ob es sich im niedersächsischen Papiersektor um Aufhol- oder Vorreiterdynamiken handelt.

### Zirkuläre Wirtschaft und Ressourceneffizienz

Obwohl in der Papierindustrie bereits in einem vergleichsweise hohen Maße recycelte Papierfasern verwendet werden, gehen die betrachteten Szenarien von einer notwendigen Steigerung des Recyclinganteils in der Papierindustrie aus (Consentect et al. 2021). Hierzu sind jedoch für eine weitere Reduktion des Frischfaserbedarfs sowohl Produkt- als auch Prozessinnovationen notwendig. Die in der Papierproduktion entstehende Schwarzlaugung wird zudem als Rohstoff für die Gewinnung von Biopolymeren als besonders geeignet eingestuft (Material Economics 2019). Basierend auf den bestehenden Daten ist eine sektorspezifische Betrachtung der bisherigen Entwicklung der zirkulären Wirtschaft und Ressourceneffizienz für Niedersachsen im Rahmen dieser Studie nicht möglich. Insbesondere fehlen sektorspezifische Daten zur Entwicklung der Rohstoffproduktivität sowie industrieller Abfall- und Recyclingquoten. Das Themenfeld „Biobasierte Werkstoffe“ wird in der Innovationsstrategie Niedersachsens jedoch bereits als eines der Spezialisierungsfelder innerhalb des Stärkefeldes „Neue Materialien“ identifiziert (Nds. MBERW 2020). Mit dem 3N-Kompetenzzentrum verfügt Niedersachsen bereits über ein Netzwerk zur Förderung biobasierter Produkte durch die Zusammenarbeit von Wissenschaft und Wirtschaft.