

MODELLGESTÜTZTE ANALYSE DES TREIBHAUSGASREDUKTIONSPOTENZIALS DER DEUTSCHEN PAPIERINDUSTRIE

**Peter LOPION¹, Daniel KLÜH¹, Peter MARKEWITZ¹, Martin ROBINIUS¹,
Detlef STOLTEN¹**

Inhalt

In Deutschland stellt die Papierindustrie den drittgrößten industriellen Endenergieverbraucher dar [1]. Ihr gesamter Brennstoff-, Strom- und Fernwärmebedarf lag im Jahr 2016 bei etwa 72 TWh [1]. Die jährlichen CO₂-Emissionen der Papierindustrie betragen etwa 5,5 Mio.t, äquivalent zum Anteil von 4,4 % an den emissionshandelspflichtigen deutschen Industrieemissionen [2]. Um die stringenten Klimagasreduktionsziele einzuhalten, muss auch von der Papierindustrie ein signifikanter Beitrag geleistet werden. Hierfür bedarf es u.a. alternativer und zukunftsweisender Prozesstechnologien. Nach Schätzungen des internationalen Papierverbandes CEPI sind solche disruptiven, neuen Technologien wichtiger Bestandteil zukünftiger Produktionsanlagen, um die ambitionierten Klimaziele bis zum Jahr 2050 einhalten zu können [3].

Zur Bestimmung des CO₂-Reduktionspotenzials und den damit verbundenen Kosten wurde die deutsche Papierindustrie mit Hilfe eines linearen (LP) Optimierungsmodells abgebildet. Das Modell berücksichtigt neben dem heutigen Stand der Technik auch effizientere Verfahren der Papierherstellung. Insbesondere werden alternative Technologien in energieintensiven Bereichen untersucht, wie der Trocken- und Pressenpartie sowie der Frischfaserherstellung. Für die Energiebereitstellung werden verschiedene Optionen zur Strom- und Wärmeversorgung sowie Kraft-Wärme-Kopplung unter Verwendung unterschiedlicher Brennstoffe berücksichtigt. Obwohl die Energieversorgung der Papierindustrie im Vergleich zu anderen Branchen niedrige CO₂-Emissionen aufgrund eines hohen Biomasseanteils aufweist, bietet der Brennstoffwechsel dennoch Emissionsreduktionspotenzial.

Methodik

Die Modellierung basiert auf einem LP-Optimierungsmodell, welches am IEK-3 des Forschungszentrums Jülich entwickelt wurde. Aus einem Netzwerk unterschiedlicher Komponenten, wie Quellen, Senken, Speicher und Transformatoren sowie definierter Energie- und Stoffströme wird die kostenminimale Systemkonfiguration bestimmt. Die Berechnung basiert auf wirtschaftlichen und technischen Parametern, wie Wirkungsgraden, Lebensdauern, Kapitalkosten, Betriebskosten, Brennstoffkosten, etc. Hinzu kommen Nebenbedingungen, welche beispielsweise CO₂-Emissionen, Kapazitäten oder Volllaststunden begrenzen. Die Modellierung umfasst die Produktion von 10 unterschiedlichen Papiersortengruppen sowie der Holz-/Zellstoffherstellung. Jeder Produktgruppe werden spezifische Energieverbräuche (Strom und Wärme) zugeordnet. Die alternativen Technologien werden als Systemoption mit entsprechenden Spezifikationen implementiert. Als Referenzszenario für die Validierung dient das Jahr 2016. Die Optimierung mit inkrementeller Reduktion der Treibhausgasemissionen wird für das Zieljahr 2050 durchgeführt.

Ergebnisse

Ziel der Untersuchung ist es, unter Limitierung der Treibhausgasemissionen, die möglichen zukünftigen Entwicklungen der Papierindustrie in Deutschland zu analysieren. Dabei wird die Optimierung des Technologiemix der Herstellungsverfahren alternativen Energieversorgungstechnologien gegenübergestellt. Dies geht mit der Auswahl des kostenminimalen Brennstoffes einher. Abschließend kann mit der Berechnung von CO₂-Vermeidungskosten ein Rückschluss auf die Rentabilität der Investitionen im Rahmen des europäischen Emissionshandels gezogen werden. Die kalkulierten Vermeidungskosten können zudem für einen Vergleich der Papierindustrie mit anderen Industrie- und Endenergiesektoren herangezogen werden.

¹ Forschungszentrum Jülich GmbH, Institut für Energie und Klimaforschung, Wilhelm-Johnen-Straße, 52428 Jülich, Tel.: +49 2461 61-97433076), {p.lopion|d.stolten}@fz-juelich.de

Literatur

- [1] Ein Leistungsbericht. 2017, Verband Deutscher Papierfabriken: Bonn.
- [2] Treibhausgasemissionen 2016 - Emissionshandelspflichtige stationäre Anlagen und Luftverkehr in Deutschland (VET-Bericht 2016). 2017, Deutsche Emissionshandelsstelle (DEHSt) im Umweltbundesamt: Berlin.
- [3] CEPI, The Forest Fibre Industry: 2050 Roadmap to a low-carbon bio-economy, in Unfold the future. 2011, Confederation of European Paper Industries: Brüssel.