



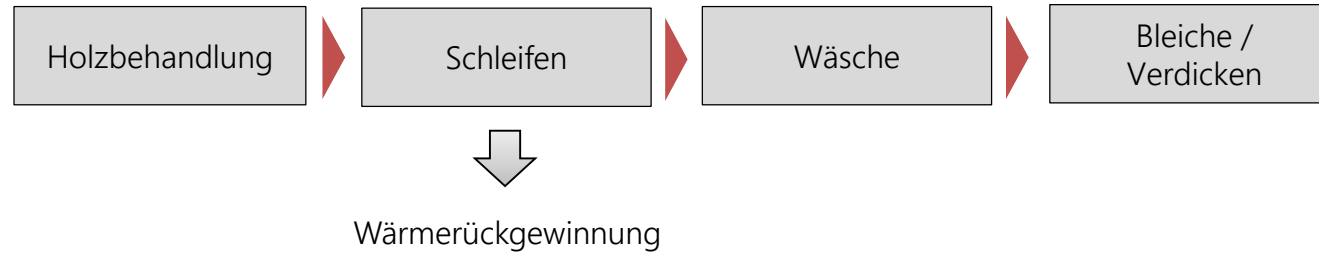
FFE

CO₂-Verminderung in der Holzstoffherstellung

Andrej Guminski, Elsa Rouyrre, Manuel Wiener
27.11.2019

2019

Prozessablaufdiagramm Holzstoffherstellung



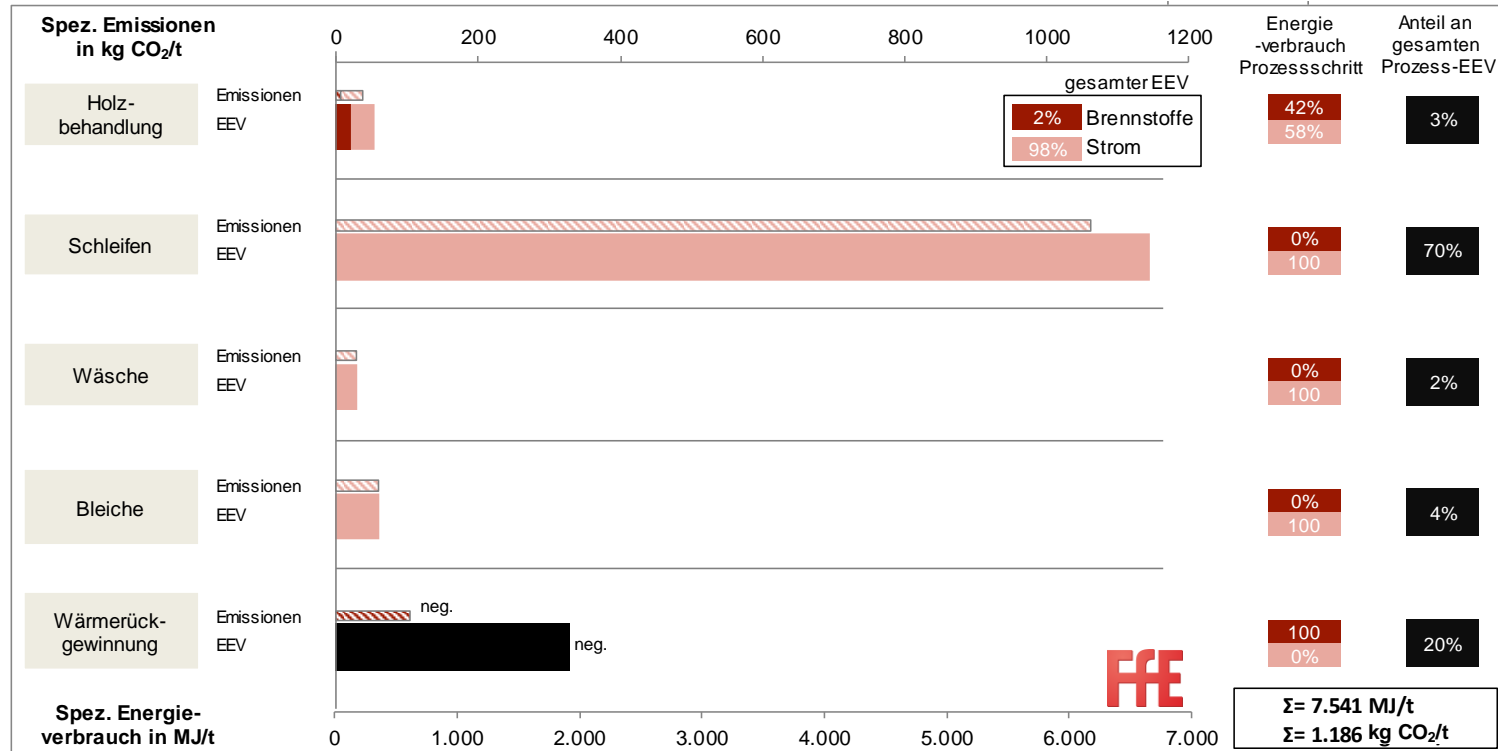
Prozessbeschreibung:

Bei dem Holzstoffverfahren werden die Faserstoffe für das Papier mechanisch aus Rohholz gewonnen. In Deutschland werden dafür zwei Verfahren angewendet: Holzschliffverfahren (engl. ground wood = GW) und TMP-Refiner (Thermo-Mechanical-Pulp).

Beim Holzschliff wird das Holz direkt mit dem Schleifstein zerschliffen. Beim TMP-Refiner handelt es sich um eine leichte Abwandlung des Refiner-Verfahrens, wo die Hackschnitzel vorher mit Dampf aufgeweicht werden. Das TMP-Verfahren braucht ca. 50 % mehr Energie, allerdings ist das Produkt von höherer Qualität, wodurch die Kosten kompensiert werden können.

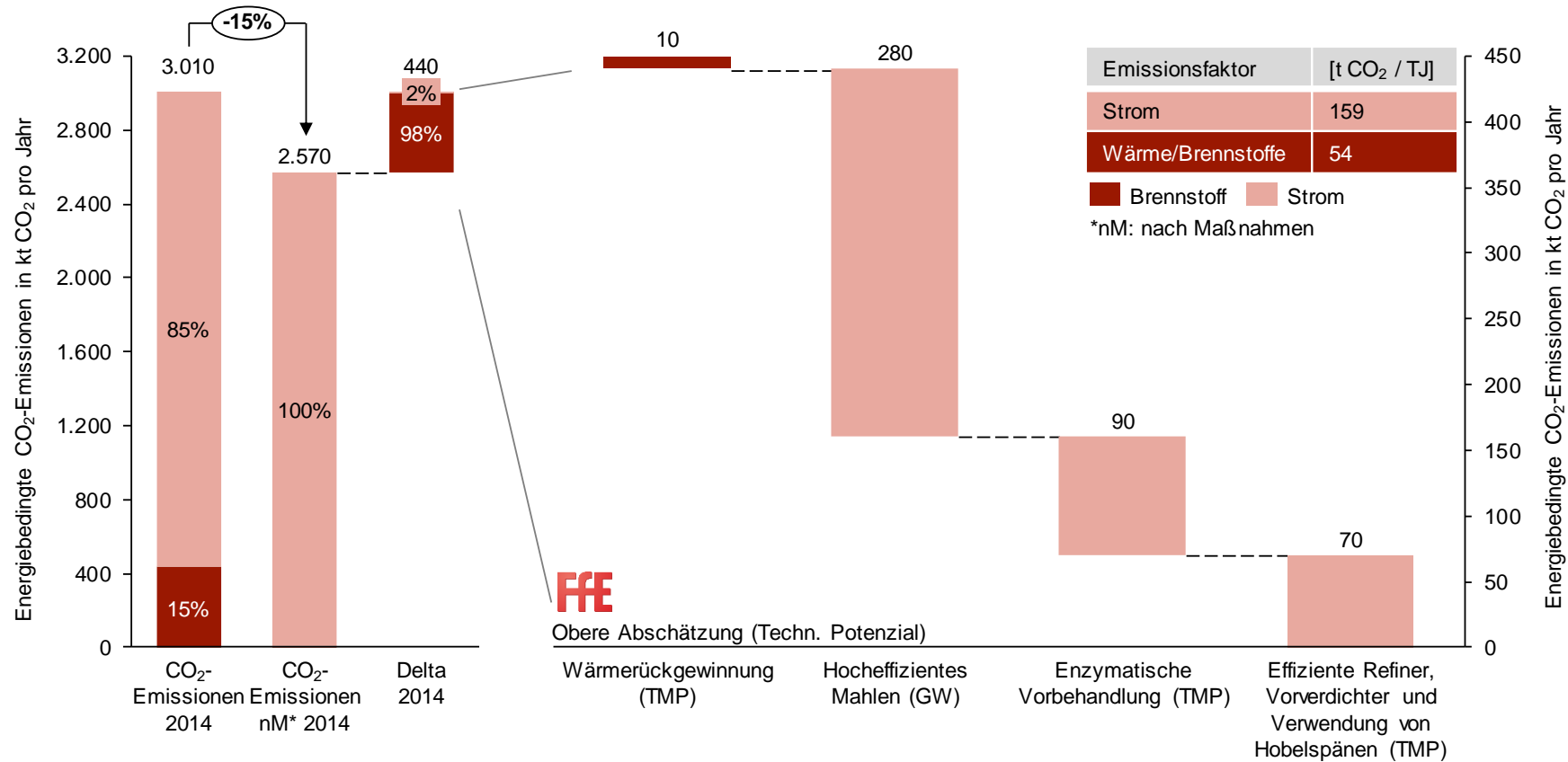
Die Reibungskräfte, die bei der Zerkleinerung von Holz entstehen, setzen soviel Wärme frei, dass beim Holzschliffverfahren das Holz befeuchtet werden muss, um nicht zu verbrennen. Die Wärme kann zurückgewonnen werden, weshalb keine externe Wärme benötigt wird. /ISI-05 13/, /FLEI-01 12/, /CHV-04 09/ und /BRUNK-01 16/

Spezifischer Energieverbrauch in MJ/t und spezifische CO₂-Emissionen in kg CO₂/t der Holzstoffherstellung



- Holzstoffproduktion in Deutschland: 964 kt in 2014 /VDP-01 16/
- In Deutschland kommt zu 30 % das TMP und zu 70 % das GW-Verfahren zur Anwendung /FLEI 01 12/
- Durchschnittlicher Energieverbrauch von 5.620 MJ pro Tonne Holzstoff (gewichtet nach 70 % GW und 30% TMP) /VDP-01 16/, /FLEI 01 12/, /IETD-02 18/ und /ISI-05 13/
- Holzschliffverfahren: keine externe Wärme benötigt bzw. Wärme kann bei integrierten Werken an die Papiermaschine abgegeben werden. /ISI-05 13/
- Durchschnittliche energiebedingte CO₂-Emissionen von 3.127 kg pro Tonne Holzstoff /VDP-01 16/ und /ISI-05 13/
- Keine prozessbedingten CO₂Emissionen /ISI-05 13/

Auswirkungen quantifizierter CO₂-Verminderungsmaßnahmen auf die CO₂-Emissionen in der Holzstoffherstellung



Herleitung des maximalen technischen CO₂-Verminderungspotenzials der Effizienzmaßnahmen in der Holzstoffherstellung (1)

Kurzbezeichnung	Beschreibung	Maximales technisches Potenzial und Zukunftsfähigkeit
Wärmerückgewinnung (TMP, GW)	<p>Ein Großteil der Energie, die beim TMP-Verfahren eingesetzt wird, kann in Form von Dampf oder Heißwasser wiedergewonnen werden. In neueren Anlagen ist dies allerdings bereits Standard, was zu einer geringen Anwendungsquote führt. Nichtsdestotrotz bestehen weitere Potenziale zum Beispiel in der Nutzung der Temperatur des Abwassers aus der Bleiche. /FLEI-01 12/, /EOLB-01 09/, /EU-04 15/</p> <p>Diese Wärme kann beispielsweise in integrierten Papierfabriken zur Trocknung in der Papiermaschine genutzt werden.</p>	<p><i>Maximales technisches Potenzial: <100 kt CO₂/a</i></p> <p><i>Herleitung:</i> <i>Spez. Einsparpotenzial Wärme: 965 kWh/t Faserstoff /FLEI-01 12/</i></p> <p><i>Anwendungsquote: 8 % /FLEI-01 12/</i></p>
Hocheffizientes Mahlen (GW)	<p>Es existieren verschiedene Konzepte, die darauf abzielen, die benötigte mechanische Energie zu reduzieren. Eine Möglichkeit stellt der Ersatz der Stein- oder Keramikmaterialien in der Mahlung durch metallene Oberflächen dar. /FLE- 01 12/</p>	<p><i>Maximales technisches Potenzial: <300 kt CO₂/a</i></p> <p><i>Herleitung:</i> <i>Spez. Einsparpotenzial Strom: 720 kWh/t Faserstoff /FLEI-01 12/</i></p> <p><i>Anwendungsquote: 70 %, da 70 % des in Deutschland hergestellten Holzstoffs mittels dem GW-Verfahren hergestellt wird und die Maßnahme davon bei allen Anlagen angewandt werden kann /FLEI-01 12/</i></p>
Enzymatische Vorbehandlung (CTMP, engl. chemi-thermomechanical pulping) (TMP)	<p>Durch die Vorbehandlung der Holzspäne/Hackschnitzel mit Enzymen (wie z. B. Cellulase) sinkt die benötigte Bearbeitungszeit. Diese Einsparung an mechanischer Energie zur Holzverarbeitung wird im zweiten Refiner realisiert. /EU-04 15/, /FLEI-01 12/</p>	<p><i>Maximales technisches Potenzial: <100 kt CO₂/a</i></p> <p><i>Herleitung:</i> <i>Spez. Einsparpotenzial Strom: 517 kWh/t Faserstoff /EU-04 15/, /FLEI-01 12/, /EOLB-01 09/</i></p> <p><i>Anwendungsquote: 30 %, da 30 % des in Deutschland hergestellten Holzstoffs mittels dem TMP-Verfahren hergestellt werden und die Maßnahme davon bei allen Anlagen angewandt werden kann /FLEI-01 12/</i></p>

Herleitung des maximalen technischen CO₂- Verminderungspotenzials der Effizienzmaßnahmen in der Holzstoffherstellung (2)

Kurzbezeichnung	Beschreibung	Maximales technisches Potenzial und Zukunftsfähigkeit
Effiziente Refiner (z. B. RTS), Vorverdichter und Verwendung von Hobelspänen (TMP)	Es existieren verschiedene Technologien, um die Refiner-Effizienz zu erhöhen. Ein Beispiel ist der RTS-Refiner von Andritz, welcher ein thermomechanisches Holzaufschlussverfahren darstellt. Dieser ist durch eine geringere Verweildauer (engl. lower retention time = R), höhere Temperaturen (engl. higher temperature = T) sowie höhere Refiner Geschwindigkeiten (engl. higher refiner speed = S) charakterisiert.	<p><i>Maximales technisches Potenzial: <100 kt CO₂/a</i></p> <p><i>Herleitung:</i> <i>Spez. Einsparpotenzial Strom: 431 kWh/t Faserstoff /FLEI-01 12/, /EOLB-01 09/</i></p> <p><i>Anwendungsquote: 28 %, da 30 % des in Deutschland hergestellten Holzstoffs mittels dem TMP-Verfahren hergestellt werden und die Maßnahme davon noch bei 93 % der Anlagen angewandt werden kann /FLEI-01 12/</i></p>
Alle Maßnahmen	Summe der Maßnahmen	<p>Maximales technisches Potenzial: 500 kt CO₂/a</p>

Quellen

- BRUNK-01 16** Brunke, Jean-Christian: Energieeinsparpotenziale von energieintensiven Produktionsprozessen in Deutschland - Eine Analyse mit Hilfe von Energieeinsparkostenkurven. Dissertation. Herausgegeben durch die Universität Stuttgart - Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung, geprüft von Voß, Alfred und Sauer, Alexander: Stuttgart, 2016.
- CHV-04 09** Refiner-Holzstoff in: Papier + Technik (Ausgabe: 07/2009) verfügbar unter: <http://www.papierundtechnik.de/pt/live/archiv/artikel/detail/31944547.html> (Abruf: 01.09.2017). Heidelberg: Dr.Curt Haefner-Verlag, 2009
- EOLB-01 09** Kramer, Klaas Jan; Masanet, Eric; Tengfang, Xu; Worrell, Ernst: Energy Efficiency Improvement and Cost Saving Opportunities for the Pulp and Paper Industry - An ENERGY STAR® Guide for Energy and Plant Managers. Berkeley, Kalifornien: Ernest Orlando Lawrence Berkeley National Lab, 2009
- EU-04 15** Suhr, Michael u. a. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Production of Pulp, Paper and Board. Luxembourg: Europäische Kommission, 2015
- FLEI-01 12** Fleiter, Tobias; Fehrenbach, Daniel; Worrell, Ernst; Eichhammer, Wolfgang: Energy efficiency in the German pulp and paper industry - A model-based assessment of saving potentials in: Energy. Amsterdam: Elsevier, 2012
- IETD-02 18** IETD: Chemical Pulping. In: <http://ietd.iipnetwork.org/content/mechanical-pulping>. (Abruf am 2018-08-03); (Archived by WebCite® at <http://www.webcitation.org/71Ofg5taQ>); New York: International Efficiency Technology Database (IETD), 2018.
- ISI-05 13** Fleiter, Tobias; Schломann, Barbara; Eichhammer, Wolfgang: Energieverbrauch und CO₂-Emissionen industrieller Prozesstechnologien - Einsparpotentiale, Hemmnisse und Instrumente in: ISI Schriftenreihe "Innovationspotentiale". Stuttgart: Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung (Fraunhofer ISI), 2013
- VDP-01 16** Papier 2016 - Ein Leistungsbericht. Bonn: Verband Deutscher Papierfabriken e.V., 2016