



FFE

CO₂-Verminderung in der Chlorherstellung

Andrej Guminski, Elsa Rouyrre, Manuel Wiener

27.05.2020

2020

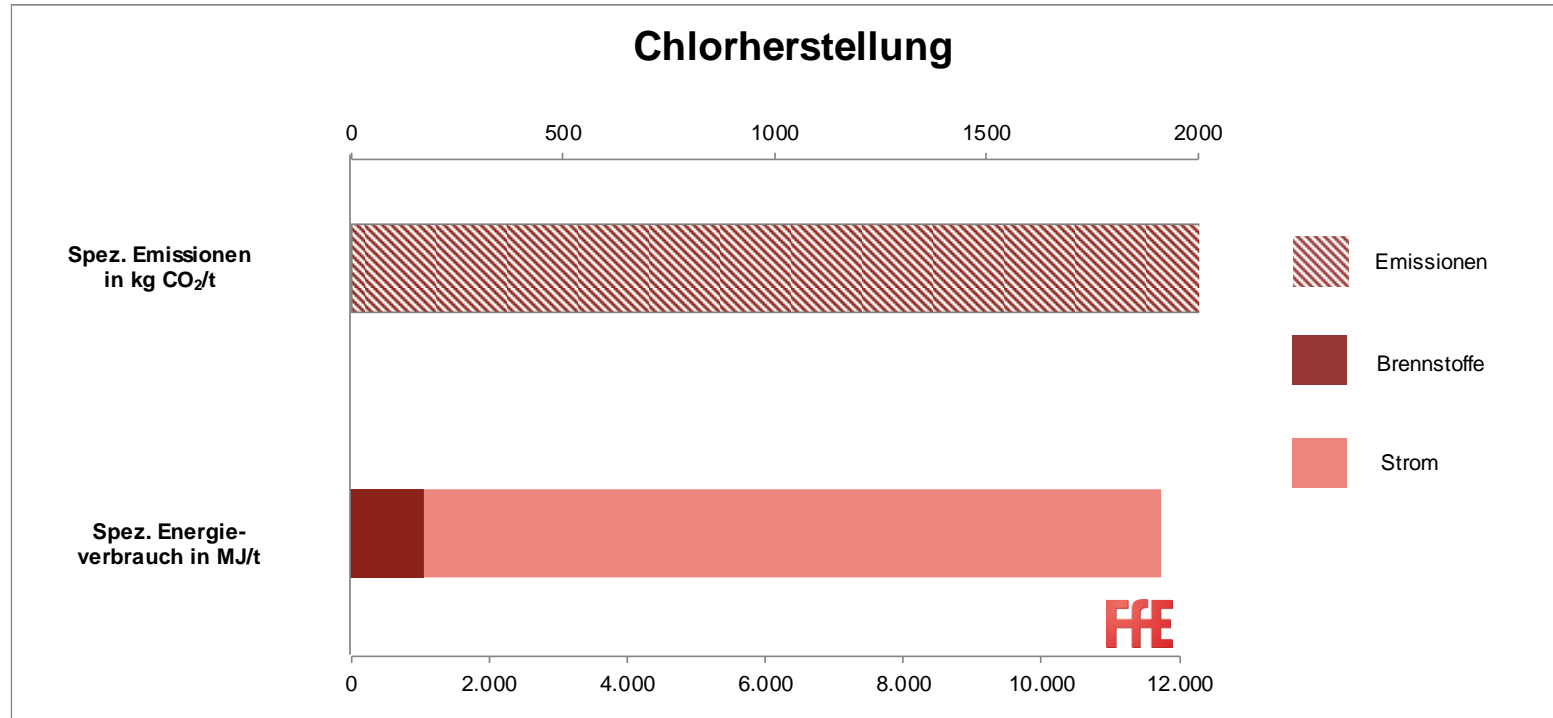
Prozessablaufdiagramm Chlorherstellung



Prozessbeschreibung:

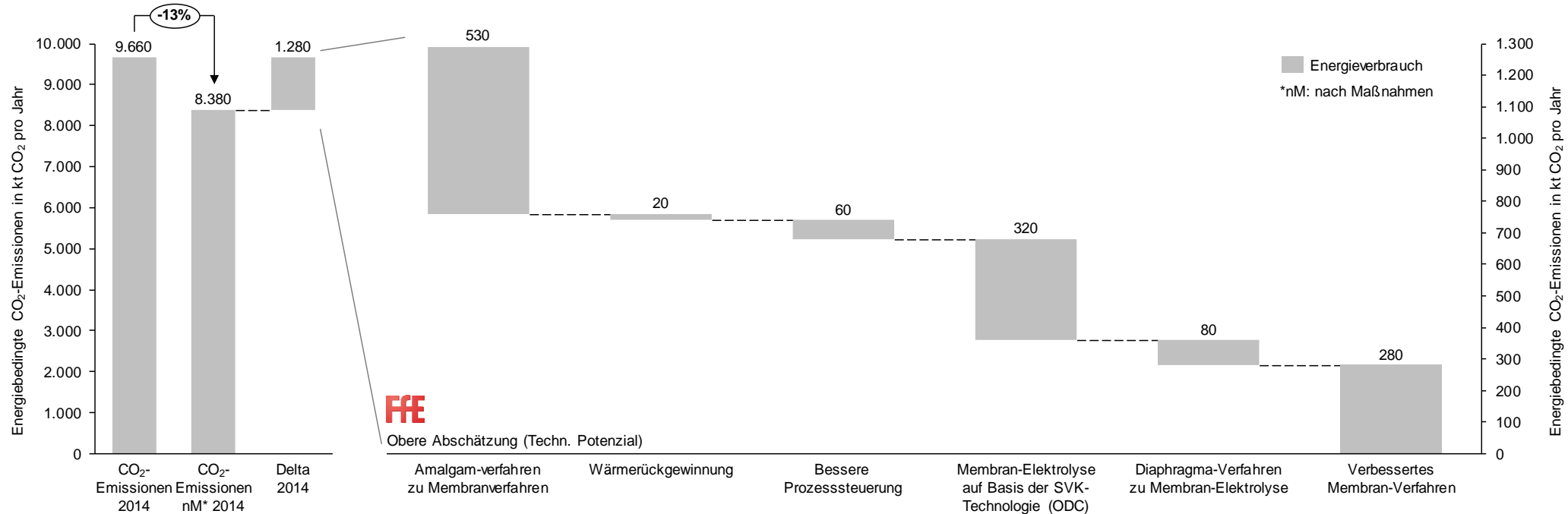
Chlor wird durch Elektrolyse einer Natriumchlorid-Lösung hergestellt. Die wichtigsten Produktionsverfahren sind die Quecksilber-(Amalgam), Diaphragma- und Membranzellenelektrolyse. Die Quecksilberzellentechnik ist in Deutschland aufgrund der hohen FEC- und Quecksilberemissionen seit Ende 2017 verboten. Auch die Diaphragmatechnik wird auf die asbestfreie Membranzellentechnik umgestellt. Eine neue Technologie ist die Verwendung der Sauerstoffverzehrkatode (SVK) anstelle der üblichen Metallkathoden in Membranzellen. /ISI-05 13/, /JRC-03 14/

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



- Chlorproduktion in Deutschland: 3,7 Millionen Tonnen in 2014 /VCI-01 16/
- Durchschnittlicher Energieverbrauch von 11.750 MJ pro Tonne Chlor in 2007 /ISI-05 13/
- Da alle Verfahren elektrolyse-basiert sind, wird der Energiebedarf hauptsächlich durch Strom abgedeckt. /ISI-05 13/
- Die Elektrolyse verbraucht 75 bis 95 % des gesamten Energieverbrauchs des Prozesses, je nach Verfahren und Anlage. Der Rest wird hauptsächlich für den Dampfbedarf zur Aufkonzentration der Natronlauge verwendet /BRUNK-01 16/
- Durchschnittliche energiebedingte CO₂-Emissionen von 1.980 kg pro Tonne Chlor in 2007 /ISI-05 13/
- Keine prozessbedingten CO₂-Emissionen, aber Kritik wegen Quecksilber-Emissionen beim Amalgam-Verfahren bzw. Asbest-Emissionen beim Diaphragma-Verfahren. /ISI-05 13/

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



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

Kurzbezeichnung des Maßnahmenbündels	Beschreibung der Einzelmaßnahmen	Maximales technisches Potenzial und Zukunftsfähigkeit des Maßnahmenbündels
Wechsel von Amalgam-Verfahren zu Membranverfahren /ISI-05 13/	Umrüsten der Anlagen	<p>Maximales technisches Potenzial: 529 kt CO₂/a</p> <p>Herleitung:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Spez. Einsparpotenzial Energie: 3,54 GJ / t Chlor - Anwendungsfaktor: 100 %
Wärmerückgewinnung /ISI-05 13/, /CURRAS-01 10/	Wärmerückgewinnung	<p>Maximales technisches Potenzial: <100 kt CO₂/a</p> <p>Herleitung:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Spez. Einsparpotenzial Energie: 0,12 GJ / t Chlor - Anwendungsfaktor: 20 %
Bessere Prozesssteuerung /ISI-05 13/, /CURRAS-01 10/	Moderne Prozessleitsysteme	<p>Maximales technisches Potenzial: <100 kt CO₂/a</p> <p>Herleitung:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Spez. Einsparpotenzial Energie: 0,35 GJ / t Chlor - Anwendungsfaktor: 20 %
Membran-Elektrolyse auf Basis der SVK-Technologie (ODC) /ISI-05 13/, /CURRAS-01 10/, /JRC-03 14/	Umrüstung von Membran-Anlagen auf Sauerstoff-Verzehrkatoden-Technologie	<p>Maximales technisches Potenzial: 318 kt CO₂/a</p> <p>Herleitung:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Spez. Einsparpotenzial Energie: 2,97 GJ / t Chlor - Anwendungsfaktor: 25 %

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

Kurzbezeichnung des Maßnahmenbündels	Beschreibung der Einzelmaßnahmen	Maximales technisches Potenzial und Zukunftsfähigkeit des Maßnahmenbündels
Wechsel vom Diaphragma-Verfahren zu Membran-Verfahren /ISI-05 13/	Umrüstung der Diaphragma-Anlagen zu Membran-Anlagen	<p>Maximales technisches Potenzial: <100 kt CO₂/a</p> <p>Herleitung:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Spez. Einsparpotenzial Energie: 0,3 GJ / t Chlor - Anwendungsfaktor: 100 %
Verbessertes Membran-Verfahren /ISI-05 13/	Umrüstung bestehender Membran-Anlagen auf neuere Membrangeneration	<p>Maximales technisches Potenzial: 278 kt CO₂/a</p> <p>Herleitung:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Spez. Einsparpotenzial Energie: 0,65 GJ / t Chlor - Anwendungsfaktor: 100 %
Alle Maßnahmen	Summe der Maßnahmen	<p>Maximales technisches Potenzial: ca. 1300 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.
- CURRAS-01 10** Currás, Tabaré Arroyo: Barriers to investment in energy saving technologies - Case study for the energy intensive chemical industry in the Netherlands. Utrecht: Faculty of Geoscience, Universiteit Utrecht, 2010.
- ISI-05 13** Fleiter, Tobias; Schlomann, 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
- JRC-03 14** Brinkmann, Thomas; Santonja, Germán Giner; Schorcht, Frauke; Roudier, Serge; Sancho, Luis Delgado: Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Production of Chlor-alkali. Sevilla: Joint Research Centre of the European Commission , 2014
- VCI-01 16** Chemiewirtschaft in Zahlen 2016. Frankfurt am Main: Verband der Chemischen Industrie e. V., 2016