

FACTSHEET

DEKARBONISIERUNGSPFADE FÜR EUROPÄISCHEN STAHL

5 % der Treibhausgasemissionen der EU verursacht die Stahlindustrie

300.000 Beschäftigte in der europäischen Stahlindustrie erwirtschaften:

€26Mrd.



HOCHOFEN-KONVERTER-ROUTE (BF-BOF)

Der BF-BOF-Pfad ist das Standardverfahren zur Stahlproduktion in Europa. Es nutzt Koks Kohle als Energiequelle und Reduktionsmittel. Der Kohlenstoff entzieht dem Eisenerz Sauerstoff und bildet dabei CO₂.

DEKARBONISIERUNGSPFADE

Substitution fossiler Kohle durch Biomasse: Verwendung von Biomasse als alternatives Reduktionsmittel oder Brennstoff

Abscheidung, Transport und permanente Speicherung von CO₂ (CCS): Nachrüstung bestehender oder Planung neuer Anlagen mit CCS

EINSCHRÄNKUNGEN

- **Begrenzt Substitutionspotenzial**, z.B. aufgrund **unzureichender mechanischer Eigenschaften** von Biomasse
- **Kostenintensiv** und **komplex** aufgrund **verteilter Emissionsquellen** mit unterschiedlichen abscheidungsungeeigneten CO₂-Konzentrationen
- **Vorgelagerte Emissionen** durch **Methanleckagen** und **Verschmutzung**
- **Unzureichendes Dekarbonisierungspotenzial**
- **Begrenzte Verfügbarkeit von CO₂-Infrastruktur**



DIREKTREDUKTIONSVERFAHREN (DRI) + LICHTBOGENOFEN (EAF)

Alternatives Produktionsverfahren mit Erdgas oder Wasserstoff für die Reduktion und Elektrizität für die Schmelze.

DEKARBONISIERUNGSPFADE

DRI mit Erdgas und CCS: Verwendung von Erdgas zur Herstellung von Reduktionsmitteln, möglicherweise in Kombination mit CO₂-Abscheidung, entweder am DRI-Ofen oder an der Reformierungseinheit (blauer Wasserstoff)

DRI mit elektrolytischem Wasserstoff: Verwendung von Wasserstoff als Reduktionsmittel, hergestellt durch Elektrolyse (grüner Wasserstoff bei Produktion mit erneuerbaren Energiequellen)

EINSCHRÄNKUNGEN

- Gasnutzung birgt **geopolitische Risiken** & **hohe Preisschwankungen**
- Erdgasimporte weisen häufig **hohe Leckageraten** und andere vorgelagerte Emissionen (z.B. beim Transport) auf
- **Fortbestehende Abhängigkeit von fossilen Ressourcen** mit unvollständiger Klimaneutralität beim Weiterbetrieb fossiler Infrastrukturen, auch mit CCS
- Grüne **elektrolytische Wasserstoffproduktion** erfordert **enorme Mengen an erneuerbarer Energie**
- Wasserstoff wird in den kommenden Jahren voraussichtlich **knapp** und **teuer** bleiben



DIREKTE ELEKTRIFIZIERUNG

Direkte Elektrifizierung, wie die Schmelzoxidelektrolyse (MOE), nutzt Strom zur Reduktion von Eisenerz und erzeugt dabei geschmolzenes Eisen und Sauerstoff.

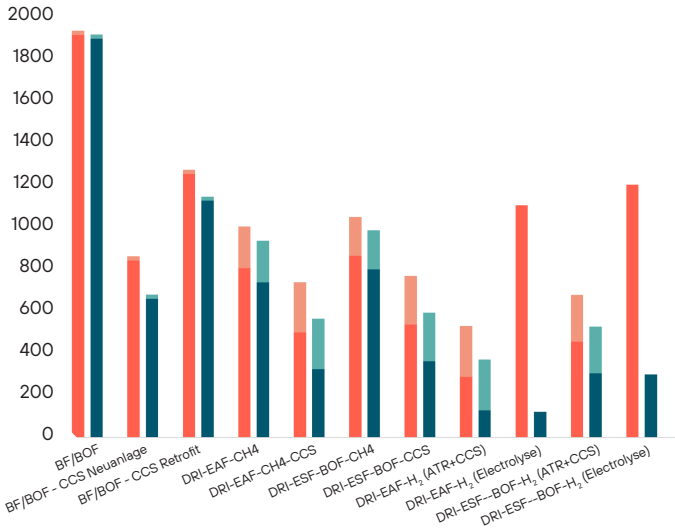
DEKARBONISIERUNGSPFADE

Direkte Elektrifizierung: Durch die direkte Nutzung von Elektrizität, etwa durch die Elektrolyse von Eisenoxid, können Energieverluste gegenüber dem H₂-DRI-Pfad reduziert werden. Mit 100% erneuerbarem Strom könnten die Emissionen nahezu vollständig eliminiert werden

EINSCHRÄNKUNGEN

- **Noch in der Pilotphase:** Ein großflächiger Einsatz wird vor 2030 nicht erwartet und ist deshalb **für kurzfristige Dekarbonisierungsmaßnahmen nicht geeignet**
- Erfordert dreimal so viel **Spitzenleistung an Strom im Vergleich zu H₂-DRI** und kontinuierliche Stromzufuhr, im Gegensatz zu Verfahren, die Energieträger nutzen
- Die Anoden **zersetzen sich** während des Prozesses und müssen daher häufig **ausgetauscht werden**

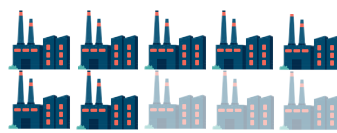
THG-EMISSIONEN BEI DER STAHL-PRODUKTION IN KG CO₂/t STAHL



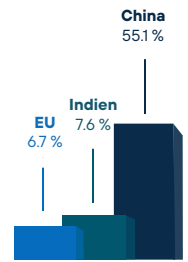
- Durchschnittliche CO₂-Intensität des EU-Stromnetzes, bereinigt um das Stahlproduktionsniveau (274 g CO₂/kWh)
- Zusätzliche Emissionen im Szenario mit hohen Methanleckageraten (3%)
- Dekarbonisiertes Stromnetz (20 kg CO₂/kWh)
- Zusätzliche Emissionen im Szenario mit hohen Methanleckageraten (3%)

HIGHLIGHTS

- **Optionen** zur **Emissionsminderung** in der kohlebasierten Stahlproduktion haben ein unzureichendes Dekarbonisierungspotenzial
- **H₂-DRI** hat das **höchste technische Emissionsminderungspotenzial**, aber der **Mangel an erschwinglichem und tatsächlich grünem Wasserstoff** bleibt noch mehrere Jahrzehnte ein großes Hindernis
- **Wenn elektrolytischer Wasserstoff** mit dem aktuellen Strommix produziert wird, könnten die **Gesamtemissionen höher** sein als bei DRI-Stahl mit Erdgas, selbst ohne CO₂-Abscheidung
- **CO₂-Abscheidung ist eine geeignete Übergangslösung** für die Erdgasreformierung im DRI-Verfahren, jedoch weniger wirksam für die Dekarbonisierung von Hochöfen
- **Methanemissionen aus erdgasbasierten Verfahren** bleiben ein Problem
- **Die Dekarbonisierung des Stromnetzes und der Ausbau von Klima-Infrastrukturen** sind entscheidend für die **Maximierung** von Emissionsminderungen



70% der Produktionsanlagen in Europa benötigen vor 2030 umfangreiche Investitionen. Die EU muss **jetzt** handeln.



Globale Stahlproduktion, 2024

DREI DEKARBONISIERUNGSSTRATEGIEN

“Die eine” optimale technische Lösung gibt es nicht. Ein Festhalten an bisherigen Geschäftsmodellen, bis die Voraussetzungen für die auserwählte Lösung geschaffen sind, ist keine Option.

Bellonas Dekarbonisierungsstrategie-Empfehlungen für die Wende im Stahlsektor:

1

Festlegen auf Dekarbonisierungspfade, die schnell zu erheblichen THG-Reduktionen im Stahlsektor führen und dennoch Netto-Null-Stahlproduktion ermöglichen

2

Beitrag leisten zur Reduzierung der Förderung und Nutzung fossiler Kohlenwasserstoffe, und eine eindeutige langfristige Ausstiegsstrategie

3

Erhalt eines unerlässlichen Anteils der europäischen Stahlindustrie sichern – bei gleichzeitiger strategischer Einbindung von Eisenimporten aus Regionen mit besseren Bedingungen für kostengünstige grüne Primäreisenproduktion

UNSERE FORDERUNGEN



Notwendige Klimainfrastruktur für Strom-, Wasserstoff, und CO₂-Transport sowie -Speicherung aufbauen



Verfügbarkeit erneuerbarer Energie ausbauen und den DRI-Pfad mit grünem Wasserstoff verfolgen, da dieser aktuell das höchste Dekarbonisierungspotenzial bietet, jedoch durch Ressourcenknappheit begrenzt ist



Den sektorübergreifenden Ausstieg aus Erdgas priorisieren und die verbleibende Nutzung auf Übergangsbereiche wie die Stahlindustrie begrenzen, gekoppelt an CCS-Einsatz und strenge Umweltauflagen



Keine Unterstützung von BF-CCS mit öffentlichen Mitteln aufgrund des unzureichenden Dekarbonisierungspotenzials



Nachfrage nach grünem Stahl durch Instrumente wie die grüne öffentliche Beschaffung stärken und Materialeffizienz fördern, um den Stahlverbrauch zu senken



Länderübergreifende Zusammenarbeit, einen sozialgerechten Übergang für betroffene Regionen sowie Möglichkeiten der geografischen Neustrukturierung der Wertschöpfungskette bei Investitionsentscheidungen priorisieren



Mehr Infos im Bericht: eu.bellona.org

BELLONA