

H₂-Transformation der Industrie im Ruhrgebiet

Am Beispiel von thyssenkrupp Stahl

07.12.2023 | Dr.-Ing. Boris Kohlen | DENA Regionalkonferenz Ruhr H2, Essen
thyssenkrupp Steel Europe AG

tkH₂Steel

engineering.tomorrow.together.



thyssenkrupp

thyssenkrupp Steel

Kennzahlen Geschäftsjahr 2021/2022



Mitarbeitende

26.304



Umsatz¹

13,2 Mrd €



Rohstahlerzeugung²

10,5 Mio t



Stahlproduzent

in Deutschland

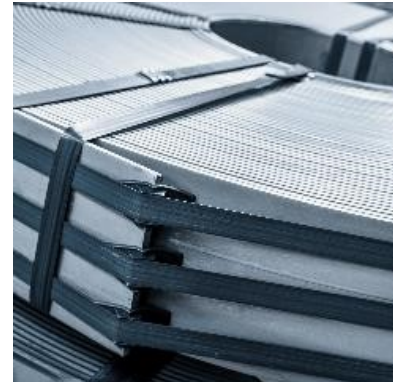
Automotive

Industry

Precision Steel

Electrical Steel

Packaging Steel



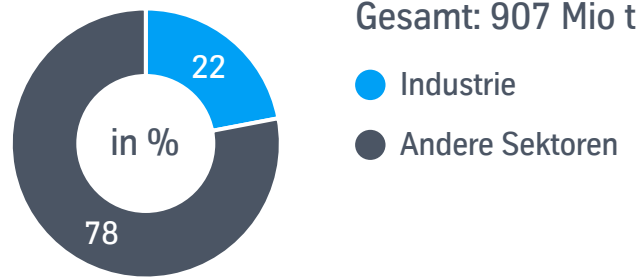
1. Inkl. Hüttennebenprodukten (ca. 1 Mrd € Umsatz) | 2. Inkl. Zulieferungen von den Hüttenwerken Krupp Mannesmann (HKM) | Quelle: Geschäftsbericht thyssenkrupp AG 2021/2022



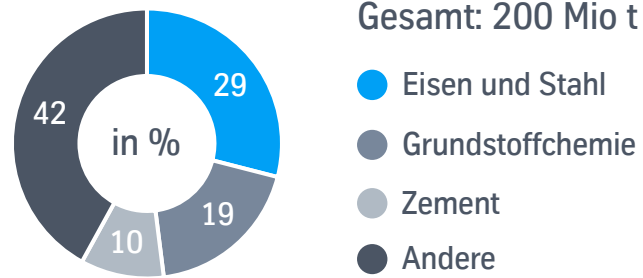
Die Stahlindustrie hat eine große Verantwortung

Mit rd. 20 Mio t hat tkSE einen Anteil von 2,5 % der CO₂-Emissionen Deutschlands

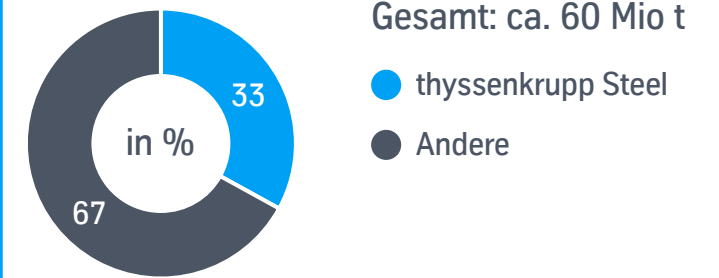
Aufteilung Gesamtemissionen CO₂ Deutschland¹



Aufteilung Industrieemissionen CO₂ Deutschland¹



Anteil thyssenkrupp Steel CO₂ im Bereich Eisen und Stahl¹



¹ Quelle: Agora Energiewende: UBA, 2019a; WV Stahl, 2018; Wuppertal Institut, 2019; eigene Berechnungen



thyssenkrupp Steel leistet einen wichtigen Beitrag, damit die Dekarbonisierungsziele Deutschlands erreicht werden können

Mit der ersten DR-Anlage können bereits ca. 2 % der Emissionen von NRW eingespart werden und ca. 20 % der eigenen Emissionen



Das ist vergleichbar mit...



~ 320.000

4 Personen-Haushalten
CO₂-Emissionen für
Wohnen und Strom



1,7 Mio

Autos
Umstellung auf
Elektroantrieb



Grüne Transformation – tkSE mit signifikantem Beitrag zur Erreichung der CO₂-Ziele

Wir werden wesentlich dazu beitragen, den CO₂-Fußabdruck Deutschlands zu verringern

Haupttreiber der grünen Transformation

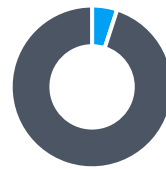


- Regulatorische Anforderungen
 - Pariser Klimaschutzabkommen
 - Fit for 55
 - Klimaschutzprogramm 2030 (Deutschland)
 - CO₂ Bepreisung
- Kundenanforderungen
- Ökologische und gesellschaftliche Anforderungen

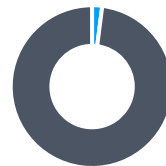
CO₂ – Auswirkung der Stahlindustrie



65 % Reduktionsziel 2030 in Deutschland¹



Stahlindustrie hat Anteil von 7 % an den CO₂-Emissionen in Deutschland



tkSE mit 2,5 % Beitrag zum deutschen CO₂-Minderungsziel²

tkSE – Grüne Transformation



- Innovative Technologie
 - Direktreduktionsanlage (DR) mit Einschmelzern
- Flexibler Übergang zu grünem Wasserstoff im Laufe der Zeit
- Fast-Track-Maßnahmen eingeleitet und erste Produkte eingeführt
- Hervorragende Voraussetzungen durch regionale Vorteile und Partnerschaften im Ruhrgebiet

tkSE leistet einen wichtigen Beitrag zur Dekarbonisierung und will seine CO₂-Emissionen bis 2030 um 30 % reduzieren³

1. Treibhausgasreduktion; Basisjahr 1990 | 2. Basisjahr 2020 bis 2030, Quelle: Unternehmensinformation | 3. Scope 1 und 2 Emissionen, Basisjahr 2018.



thyssenkrupp Steel Europe übernimmt Verantwortung und hat sich klare Ziele gesetzt

Unser Ziel bis zum Jahr 2030¹

>30 %

Reduktion der CO₂-Emissionen (-6 Mio Tonnen)

Unser Ziel spätestens 2045

-100 %

CO₂-Emissionen (-20 Mio Tonnen)



1. -30 % CO₂-Emissionen im Jahr 2030 bezieht sich auf Scope 1 und Scope 2 Emissionen (Referenzjahr 2018)




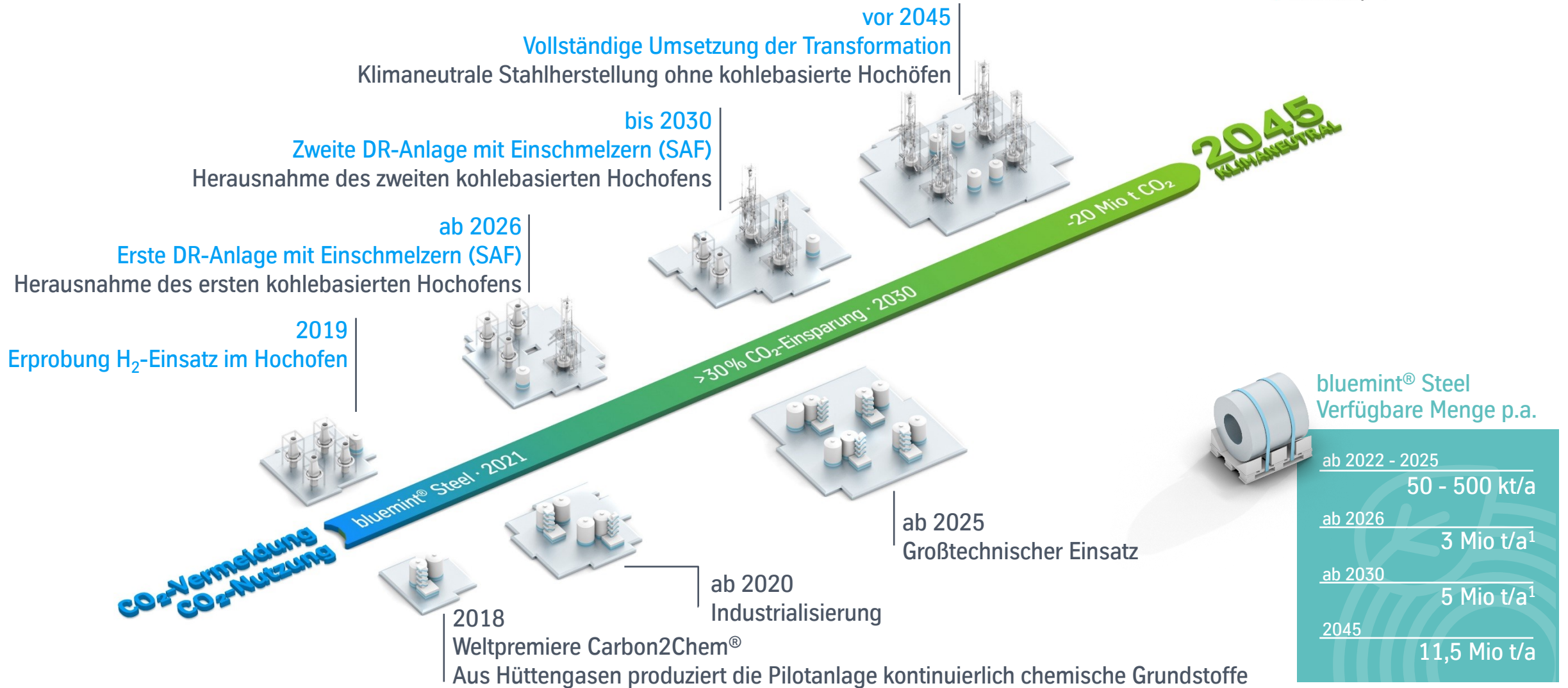
tkH2Steel

Mit Wasserstoff zum klimaneutralen Stahl



Gefördert durch:
 Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz
 aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Gefördert durch:
 Ministerium für Wirtschaft, Industrie, Klimaschutz und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen




1. Menge nach Anlagenhochlauf



Fokus unserer Klimastrategie: Vermeidung von CO₂-Emissionen in unseren Prozessen

Vermeidung von CO₂ – CDA (Carbon Direct Avoidance)

Einsatz von Wasserstoff als Reduktionsmittel



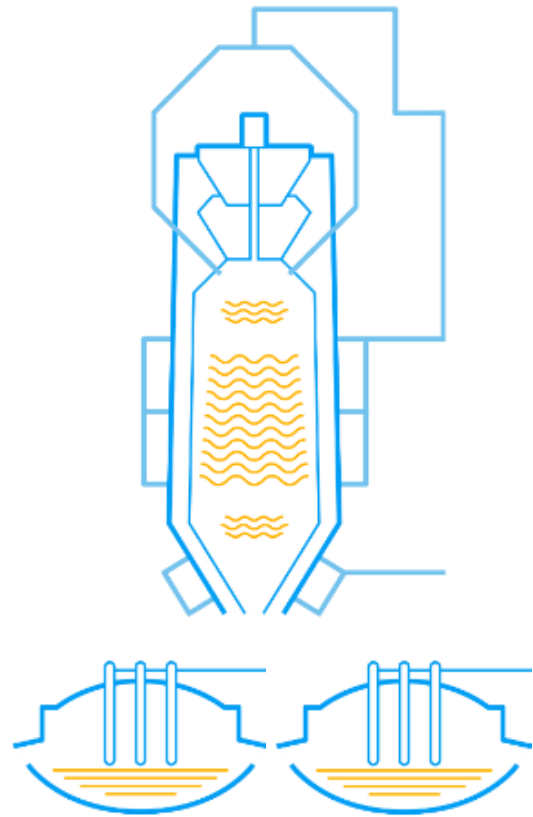
Nutzung von CO₂ – CCU (Carbon Capture & Utilization)

Umwandlung von Hüttengasen in werthaltige Basischemikalien



Wasserstoff als essenzieller Grundstoff für beide Pfade

Kern der Transformation ist die Umstellung von Hochöfen und Kokskohle auf Direktreduktionsanlagen und grünen Wasserstoff



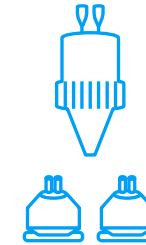
DR-Anlage

In der DR-Anlage wird unter Nutzung von Wasserstoff (im Übergang Erdgas) die Reduktion von Eisenerz in Form von Pellets zu Eisenschwamm durchgeführt

Einschmelzer

Im Schmelzer wird Eisenschwamm zu Roheisen weiterverarbeitet und dann in den etablierten Konverterprozess übergeben

1



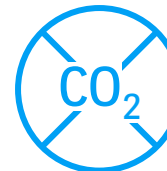
Unsere 1. DR-Anlage mit Einschmelzern in Duisburg wird ...

2



... eine Kapazität von ~2,5 Mt¹ haben und ...

3



... Kohle durch Wasserstoff und grünen Strom substituieren und CO₂ eliminieren

Die erste Direktreduktionsanlage in Duisburg ermöglicht es, initial einen Hochofen zu ersetzen

1. Entspricht ~2,1-2,2 Mt Roheisenkapazität



Durch Abgasrecycling verwertet Carbon2Chem[®] die Restemissionen zu Grundstoffen der Chemieindustrie

Erste Produkte

H₂ – Wasserelektrolyse

Syngas – Gasreinigung

Methanol – erstmals 20.09.2018

Ammoniak – erstmals 18.12.2018



Erfolge

Nutzung von standardisierten Prozessen und Katalysatoren.

Wirtschaftlichkeit und positiver Umweltbeitrag bestätigt.

Wasserelektrolyse von tk nucera kann hochvolatil gefahren werden und eignet sich für nachhaltige H₂-Produktion.

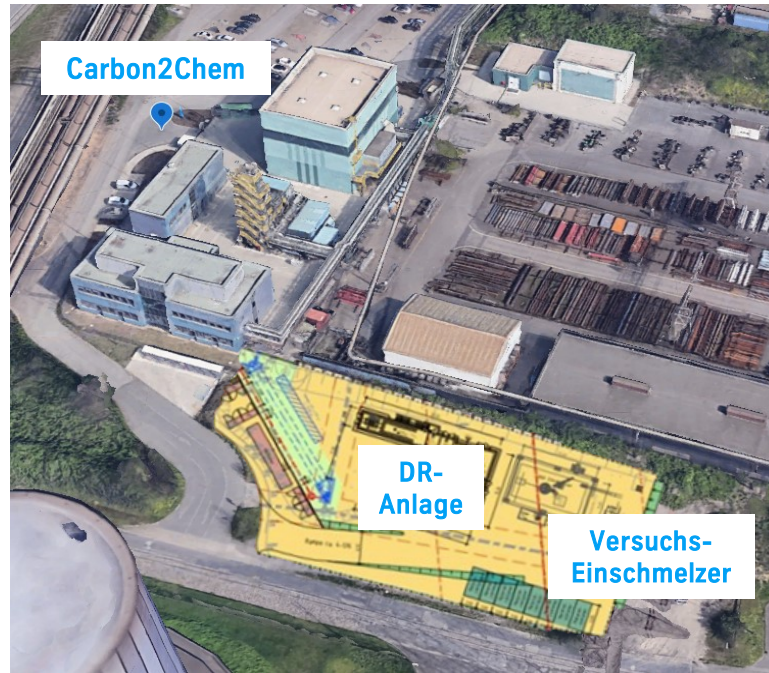
Im Herbst 2020 Förderbescheid über 75 Mio € für Phase 2 durch BMBF erhalten.

Industrielle Skalierung möglich ab 2025.

Versuchsanlagen Transformation Roheisenerzeugung

Zur Begleitung der Transformation der innovativen Roheisenerzeugung der nächsten Generation sind im Rahmen von öffentlich geförderten Projekten zwei aufeinander abgestimmte Kernaggregate geplant:

- DR-Versuchsanlage mit Laborgebäude – Förderung durch das BMWK (Bund - Förderbescheid: 10/2021)
- DRI-Versuchseinschmelzer mit Laborgebäude – Förderung durch das MWIKE (Land - Förderbescheid: 12/2022)



BMWK: Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz; MWIKE: Ministerium für Wirtschaft, Industrie, Klimaschutz und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen



Bau der größten deutschen Direktreduktionsanlage für CO₂-armen Stahl

thyssenkrupp bekräftigt führende Rolle bei Dekarbonisierung der Stahlindustrie

tkH₂Steel

Gefördert durch:

Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz
aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Gefördert durch:
Ministerium für Wirtschaft,
Industrie, Klimaschutz und Energie
des Landes Nordrhein-Westfalen



Die Entscheidung zur Freigabe von Eigenmitteln zum **Bau der ersten Direktreduktionsanlage** wurde im September vom Vorstand der tkAG getroffen



Das **Investitionsvolumen** für den Bau der Anlage am **Standort Duisburg** wird knapp **3 Mrd €** umfassen



Die **innovative Technologie** wird in den bestehenden Produktionsprozess eingebunden und ermöglicht die **CO₂-arme Herstellung** des gesamten **Premium-Produktportfolios**



Die Anlage mit einer **Kapazität von 2,5 Mio t** direktreduziertem Eisen wird im Zielbetrieb über **3,5 Mio t CO₂ Emissionen** pro Jahr **einsparen**



Auftragsvergabe 01.03.2023 – **Produktionsstart der Anlage in 2026**



26.07.2023 Förderzusage: Das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz fördert gemeinsam mit dem Land Nordrhein-Westfalen das Dekarbonisierungsprojekt „tkH₂Steel“ mit rund **2 Mrd €**.



Direktreduktionsanlage mit Einschmelzern

Schrägluftbild

tk₂Steel

Gefördert durch:
 Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz
aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Gefördert durch:
Ministerium für Wirtschaft,
Industrie, Klimaschutz und Energie
des Landes Nordrhein-Westfalen



Vorbereitung des Baufeldes der DR-Anlage

tkH₂Steel

Gefördert durch:
 Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz
aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Gefördert durch:
Ministerium für Wirtschaft,
Industrie, Klimaschutz und Energie
des Landes Nordrhein-Westfalen



Rückbau des früheren Brammenlagers



Baufeldvorbereitung ist gestartet



Langfristig setzen wir auf grünen Wasserstoff

Vorrang

- Klimaneutral
- Gewonnen durch Elektrolyse mit Strom aus erneuerbaren Energien
- In großen Mengen erst langfristig verfügbar

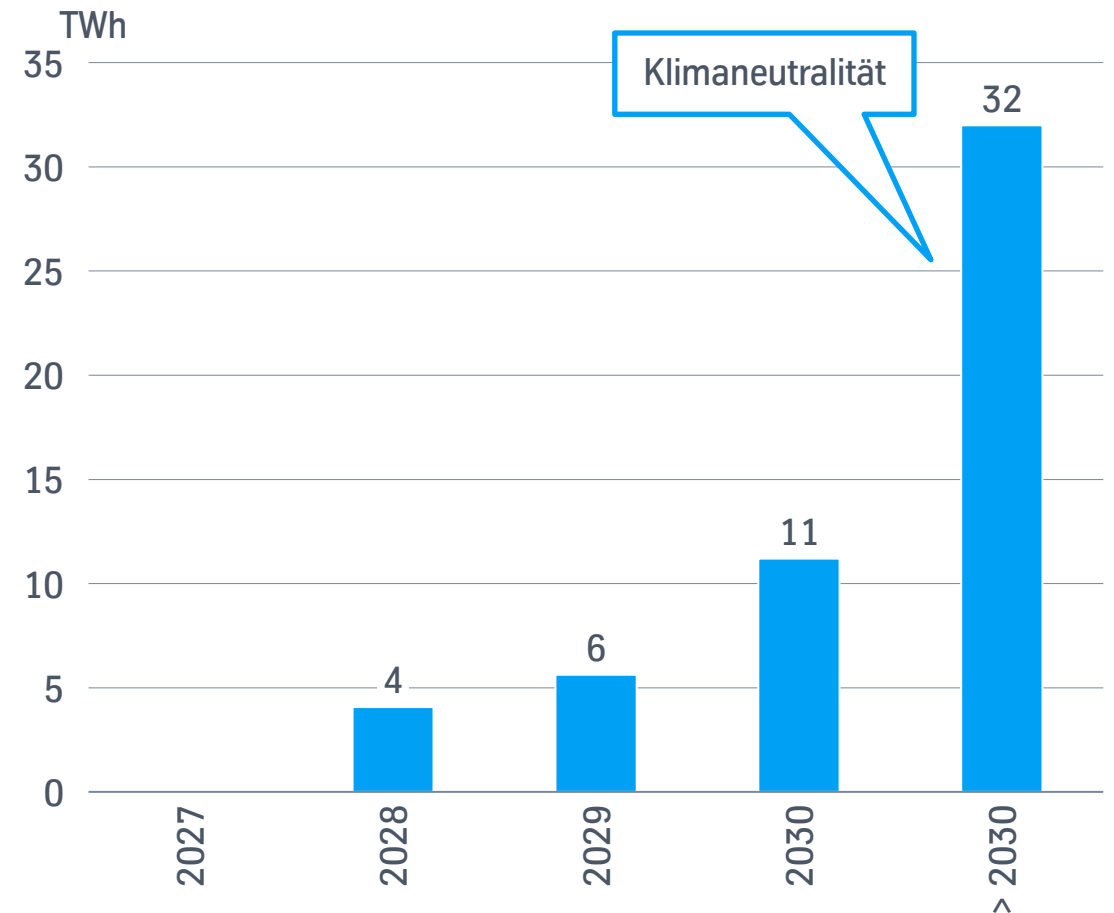
H₂

Alternative Brückentechnologien zur Erreichung der Klimaziele

- Low Carbon Hydrogen
- Spiegewonnen aus Erdgas über Reformation oder Elektrolyse
- Sicherung von CO₂ über CCS/CCOS
- Nahezu klimaneutral
- Mittelfristig verfügbar

H₂

Wasserstoffbedarf thyssenkrupp Steel Europe



Quelle: tkSE, nationale Wasserstoffstrategie 2020



Wir betrachten unterschiedliche Möglichkeiten unseren Wasserstoffbedarf zu decken

Near-site

Schnellste Möglichkeit der Wasserstoff-Lieferung

Europäische Projekte mit Pipelinezugang

Mit Anschluss an das europäische Wasserstoff-Pipelinennetz Belieferung möglich

Importe von Wasserstoff

Belieferung aus Großprojekten aus Standorten mit günstigen Energiekosten und Transport als Derivat (z. B. Ammoniak) oder verflüssigt



Bis 2030 wird thyssenkrupp Steel an drei große Wasserstoffimport-Häfen angeschlossen sein

DoHa

2027: Anschluss an Eemshaven und Lingen über das niederländische H2-Netz und das deutsche GetH2 Netz

Ab 2026 /2027 niederländisches H2-Netz & deutsches GetH2 Netz

DRC H2ercules

Ab 2028 Anschluss an Rotterdam über den Delta Rhein Korridor und über das niederländische H2-Netz sowie Anschluss Wilhelmshaven über NWO/Hyperlink und H2ercules an GetH2

Hyperlink

Ab 2029 Zusätzlicher Anschluss an Wilhelmshaven, Hamburg und Dänemark über NWO/Hyperlink, sowie ein weiterer Anschluss an das NL-H2-Netz über Winterswijk

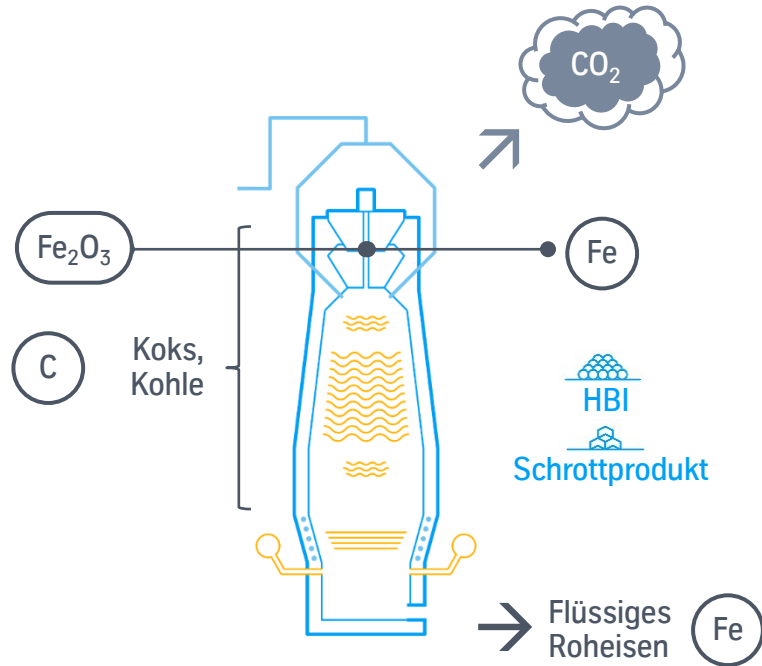
European Hydrogen Backbone (EHB)

Ab 2030 weitere Verbindung Rotterdam – Duisburg über Zevenaar Fertigstellung H2ercules-Anbindung von Belgien über Köln nach Duisburg, Anschluss an Norwegen über Wilhelmshaven oder Dornum, geschlossenes NL H2 Netz zwischen Rotterdam und Eemshaven



Wir realisieren bereits heute reale CO₂-Einsparungen – und bieten CO₂-reduzierte Produkte an

Aktuelle Maßnahmen zur CO₂-Einsparung



Veränderung von Einsatzstoffen im Hochofenprozess führt zu einer CO₂-Reduzierung, bei gleichbleibender Produktqualität

Einsatz von HBI (vorreduzierter Eisenschwamm) im Hochofen

- Einsatz von HBI (Hot Briquetted Iron) anstelle von Eisenerz im Hochofen
- Keine Kohle für die Reduktion benötigt, es entsteht weniger CO₂



Einsatz eines Schrottproduktes (speziell aufbereitet) im Hochofen

- Einsatz eines Schrottproduktes anstelle von Eisenerz im Hochofen
- Nahezu reines Eisen: Keine Kohle für Reduktion benötigt → Weniger CO₂



Unser Anspruch an ein CO₂-reduziertes Produkt: Glaubwürdigkeit, nachvollziehbare Definition und eine externe Zertifizierung

Glaubwürdigkeit

Es existiert ein klar definierter Weg bis zur Klimaneutralität

Spezifische CO₂-Emissionen

Reale, nachweisbare CO₂-Einsparung

Zertifizierung


Die Menge CO₂-reduzierten Stahls wird extern bestätigt

Mitgeltende Normen

ISO 14040, 14044, 14067 „LCA-Normen“ und ISO 22095

Auditierung

Die aus den Maßnahmen generierten Mengen bluemint® Steel werden regelmäßig im Rahmen eines Audits überprüft



Wir können bereits jetzt
Produkte mit deutlich
reduzierten spezifischen
Emissionen anbieten

bluemint[®] pure und bluemint[®] recycled

Viel Qualität, weniger CO₂

bluemint[®] pure

0,6 t CO₂/t Warmband

Entspricht der Vorkettenemission
des konventionellen Warmbands

- Verwendung von HBI, perspektivisch H₂ im Hochofen sowie der Ersatz von Erdgas durch Biomethan
- Verminderung des Kohleeinsatzes
- Reale CO₂-Einsparungen im globalen Kontext
- Emissionen im direkten Einflussbereich auf 0 t CO₂/t Warmband bilanziert
- Zertifiziert durch DNV auf Basis des GHG-Protocols for Product Accounting

Footprint konventioneller Stahl: 2,1 t CO₂/t Produkt

bluemint[®] recycled

0,75 t CO₂/t Warmband

Durch Bilanzierung einer eigenständigen
Schrottroute im Hochofenprozess

- Verwendung eines speziell aufbereiteten Schrottproduktes im Hochofen
- Verminderung des Kohleeinsatzes
- Reale CO₂-Einsparungen am Standort Duisburg
- Recyclingprodukt entlang einer Hochofen-Schrottroute bilanziert (Schrottsatz: 100 %)
- Zertifiziert durch TÜV Süd auf Basis der DIN EN ISO/EC 17029



Die Transformation wird gelingen, wenn die Politik Rahmenbedingungen schafft



Faire Wettbewerbsbedingungen



Politischer und regulatorischer Rahmen
für klimaneutrale Technologien



Marktmodell: Anreize für den Bezug
von grünen Produkten



Vielen Dank

für Ihre Aufmerksamkeit!



engineering.tomorrow.together.



thyssenkrupp

BACKUP

bluemini

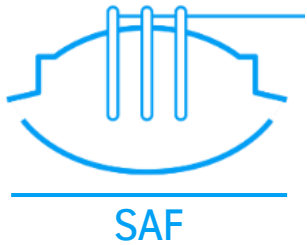
engineering. tomorrow. together.



thyssenkrupp

Dekarbonisierung der Stahlindustrie: Ersatz des Hochofens durch Direktreduktion und Einschmelzer (SAF) oder Electric Arc Furnace (EAF)

Einschmelzer (Submerged Arc Furnace, SAF) fertigt Roheisen – Oxygenstahlwerk weiterhin im Einsatz



- Reduzierend in kontinuierlicher Fahrweise
- Weitere Reduktionsarbeit im Schmelzbad
- Energie wird über die Widerstandserwärmung bereitgestellt

- Hohe Abstichgrößen & Nutzung der vorhandenen Hütten-Infrastruktur
- Aktuell kein Schrotteinsatz im SAF vorgesehen
- Schrotteinsatz im Oxygenstahlwerk wird unverändert beibehalten
- Keine umstellungsbedingten Produktänderungen – und damit höchste Produktsicherheit

Klassischer EAF/Minimills fertigen Rohstahl – Ersetzt den Konverter



- Oxidierend in diskontinuierlicher Fahrweise
- Keine chemische Reduktionsarbeit
- Aufschmelzenergie via Lichtbogen

- Geringe Chargengrößen
- Höherer Schrottanteil möglich – allerdings hohe Anforderungen an Reinheit des Schrotts
- Autogüten: Hoher Anteil an Virgin Material auch im EAF notwendig; zusätzlich aufwändige (= teure) Sekundärmetallurgie benötigt

Quelle: WS Steinberg, Development of a control strategy for the open slag bath furnaces at Highveld Steel and Vanadium Corporation Ltd., 2008

