

Transformation der Stahlproduktion

Technologie und Rahmenbedingungen

22.05.2025 | VDEh Stahltag, Henrichshütte Hattingen

Dr. Boris Kohlen - Innovation and Quality Center - thyssenkrupp Steel Europe AG

tkH₂Steel

engineering.tomorrow.together.



thyssenkrupp

thyssenkrupp Steel

Kennzahlen Geschäftsjahr 2023/2024



Mitarbeitende

27.478



Umsatz¹

10,7 Mrd €



Rohstahlerzeugung²

10,3 Mio t



Stahlproduzent

in Deutschland

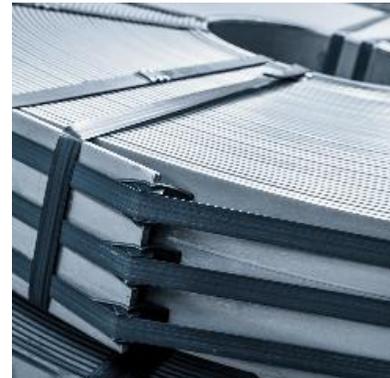
Automotive

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 2023/2024



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

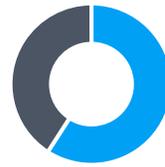
Wir werden wesentlich dazu beitragen, den CO₂-Fußabdruck Deutschlands zu verringern

Haupttreiber der grünen Transformation

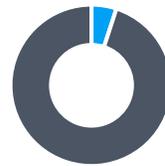


- Regulatorische Anforderungen
 - Pariser Klimaschutzabkommen
 - Fit for 55
 - Klimaschutzprogramm 2030 (Deutschland)
 - CO₂ Bepreisung
- Kundenanforderungen
- Ökologische und gesellschaftliche Anforderungen

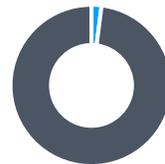
CO₂ – Auswirkung der Stahlindustrie



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 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



thyssenkrupp Steel Europe übernimmt Verantwortung und hat sich klare Ziele gesetzt

Unser Ziel bis
zum Jahr 2030¹
(außerhalb SBTi-Validierung)

>30 %

Unser Ziel bis
zum Jahr 2032²
(SBTi-konform)

-38 %

Unser Ziel
spätestens 2045³
(SBTi-konform)

Net-Zero

THG-Emissionen in der
gesamten Wertschöpfungskette

Unsere Klimaziele wurden von der Science Based Targets Initiative (SBTi) am 16. Mai 2024 als konform mit dem Corporate Net-Zero-Standard / im Einklang mit einem 1,5° Pfad validiert.

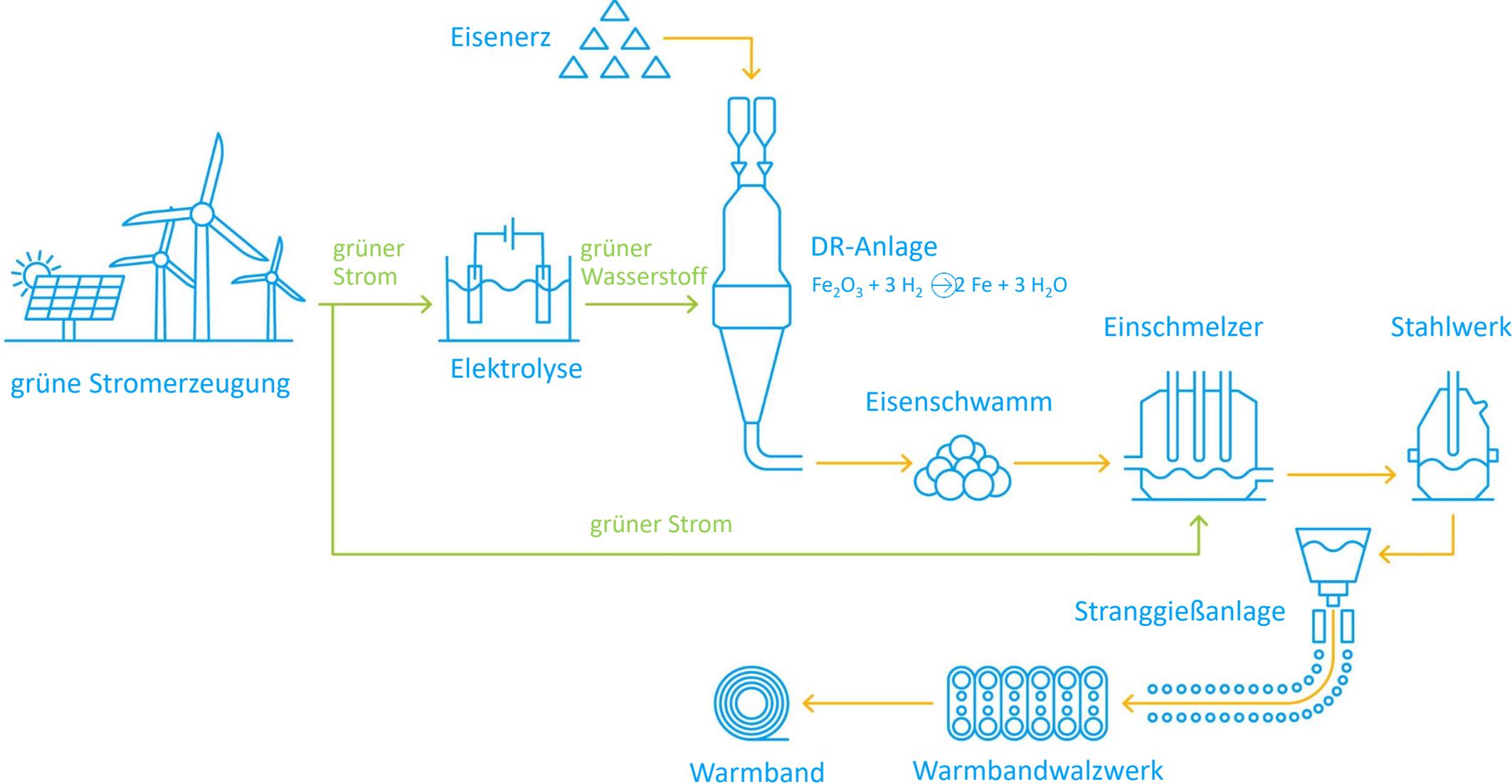
2045
Net-Zero



1. -30 % CO₂-Emissionen im Jahr 2030 bezieht sich auf die absoluten Scope 1 und Scope 2 Emissionen (Referenzjahr 2018) – Zielfestlegung außerhalb SBTi-Validierung
2. Beinhaltet eine Verringerung der THG-Emissionen in Scope 1, 2 und 3, die unter die Kerngrenze der Eisen- und Stahlindustrie fallen, um 38 % pro Tonne warmgewalzten Stahls bis 2032 gegenüber dem Basisjahr 2018. Alle anderen THG-Emissionen außerhalb der Kerngrenze in Scope 1 und 2 werden um 58,8 % und in Scope 3 um 35 % innerhalb des gleichen Zeitraums verringert.
3. - 93 % absolute Reduzierung in Scope 1, 2 und 3. Verbleibende Emissionen werden durch geeignete Maßnahmen wie z.B. CCS/CCU oder Kompensationsmaßnahmen ausgeglichen.

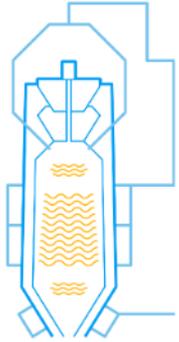


Klimaneutrale Stahlerzeugung mit Direktreduktion und Wasserstoff



Das integrierte Setup mit DR-Anlage und zwei Einschmelzern bringt zahlreiche Vorteile

Vorteile des integrierten Setups



DR-Anlage

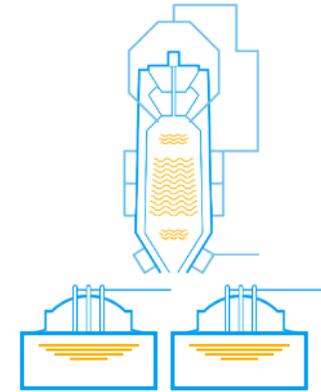
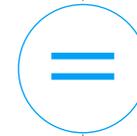
Ermöglicht bei Einsatz von Wasserstoff fast vollständige CO₂ Einsparung bei der Roheisenerzeugung



Einschmelzer

Ermöglicht weiterhin die Produktion sämtlicher Premium-Gütern im aktuellen Kundenportfolio

Bestehende und zertifizierte Prozesse im Stahlwerk können fortgeführt werden



Integrierte DR-Anlage mit Einschmelzer

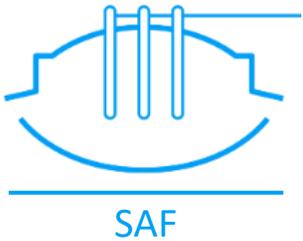
Höhere Energieeffizienz und potentielle Weiterverwendung der entstehenden Schlacke

Geringerer CAPEX Bedarf aufgrund der Weiterverwendung vorhandener Produktionsanlagen



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) Sekundär-metallurgie benötigt

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



Zuschlag für die größte deutsche Direktreduktionsanlage an SMS group

Start eines der größten industriellen Dekarbonisierungsprojekte weltweit

tkH₂Steel

Supported by:



on the basis of a decision
by the German Bundestag

Funded by:

Ministry of Economic Affairs,
Industry, Climate Action and Energy
of the State of North Rhine-Westphalia



- thyssenkrupp Steel erteilt SMS den Auftrag für die Planung, Lieferung und den Bau einer wasserstoffbetriebenen Direktreduktionsanlage, zweier innovativer Schmelzöfen und der dazugehörigen Nebenaggregate am Standort Duisburg..
- Eines der weltweit größten industriellen Dekarbonisierungsprojekte startet mit einem Auftragsvolumen von über 1,8 Milliarden Euro allein für SMS.
- Bahnbrechendes Konzept: Direktreduktionsanlage mit Midrex-Technologie in Kombination mit zwei innovativen Schmelzaggregaten mit einer Kapazität von 2,5 Millionen Tonnen direkt reduziertem Eisen.
- Die Inbetriebnahme ist für 2027 geplant.
- Signifikanter Schritt für den industriellen Klimaschutz in Europa: Jährliche Einsparung von bis zu 3,5 Millionen Tonnen CO₂.

Optimale Lage des Werks zwischen einem Rheinhafen, einem Kraftwerk und einem Zementwerk



Baufeld der Direktreduktionsanlage

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



Durchführung von Fundamentierungsarbeiten



Bau der Elektroschalzhäuser



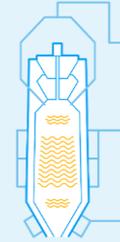
Nach Analyse verschiedener Optionen - Bestellung der Versuchsanlagen erfolgt

Notwendigkeit der Versuchsanlagen

- **DR-Versuchsanlage** erforderlich zur
 - Risikominimierung des H₂-Betriebs
 - Vorbereitung des Betriebs der 1. DR-Anlage
 - Erprobung des optimalen Rohstoffmixes und Optimierung der Betriebskosten
- **Pilot-Versuchseinschmelzer**
 - Ermittlung optimaler Betriebsparameter
 - Klärung von Fragestellungen der Einschmelztechnologie
- Kombination aus DR und SAF Einschmelzer **kein Industriestandard, daher Entwicklungen erforderlich**



Status Quo & Way Forward



Bestellung **Direktreduktionsversuchsanlage** am 25.01.2024

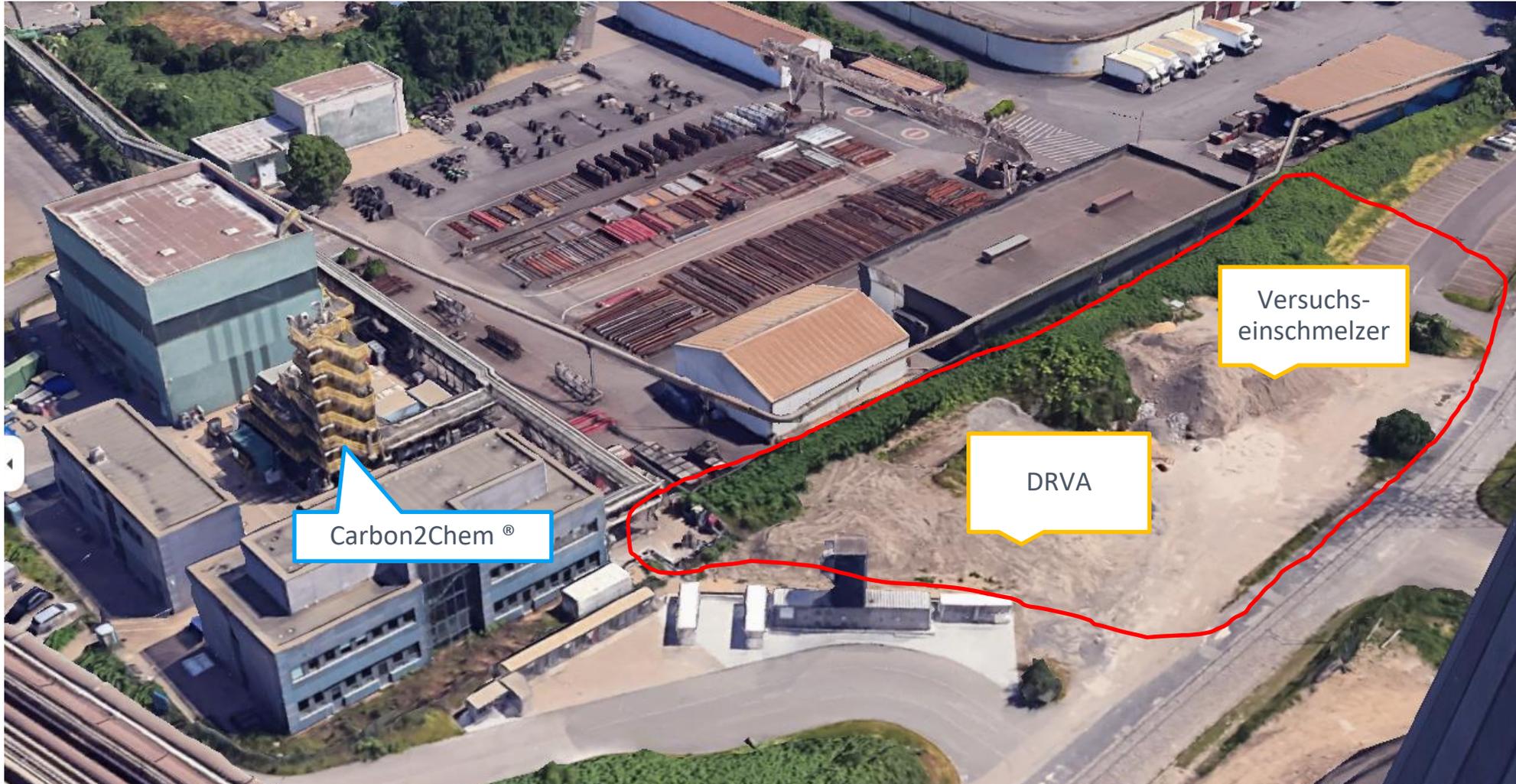


Bestellung **Einschmelzerversuchsanlage** am 19.02.2024

- **Nächste Schritte:** Baubeginn nach Bauantrag
- **Parallel:** Baufeldvorbereitung



Standort - Baufeld



Versuchsanlagen werden neben dem Carbon2Chem® gebaut.



DR-Versuchsanlage

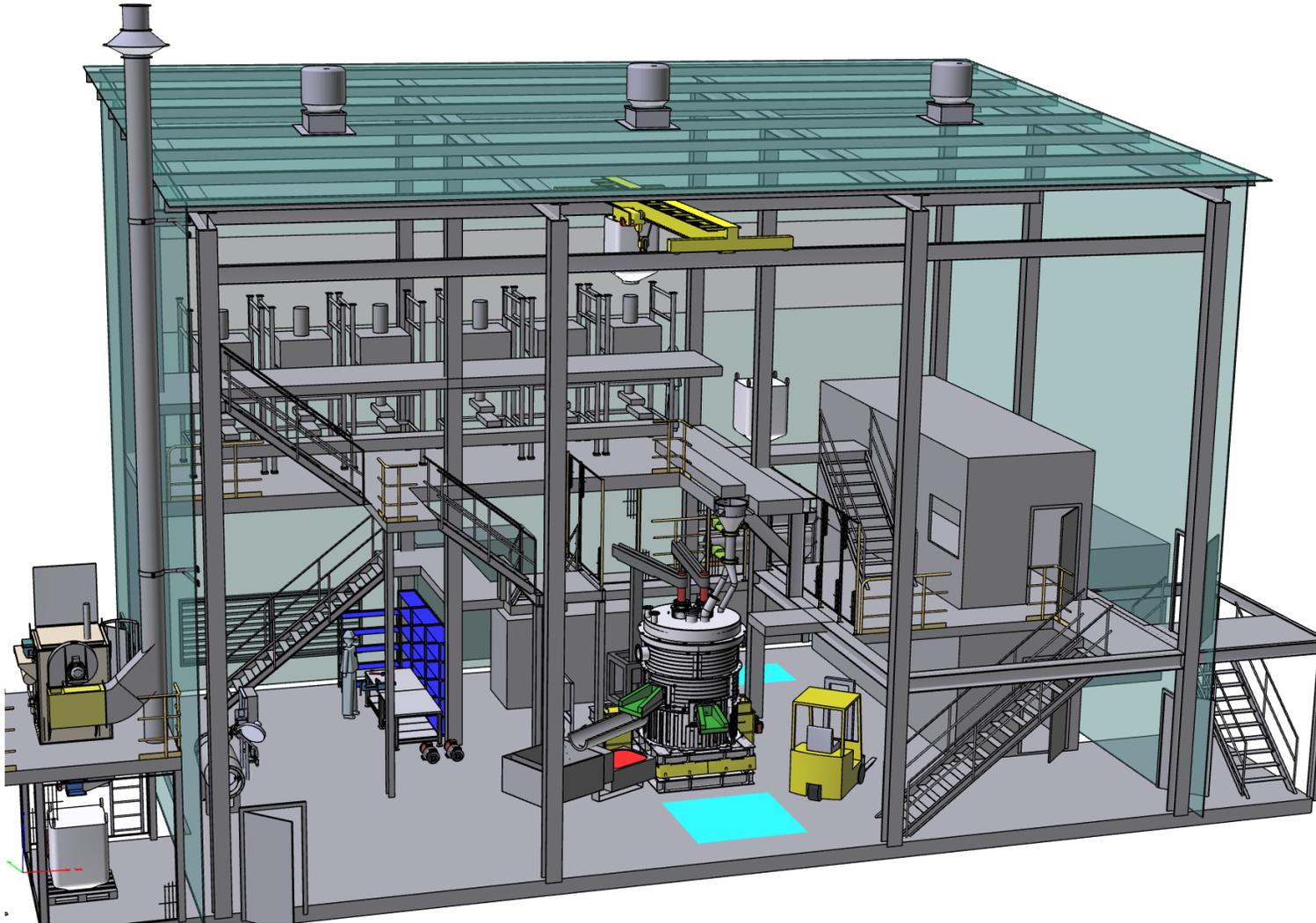


Die DRVA enthält die Einheiten:

- Containerabteilung
- Messwarte
- Sozialräume
- Transformator
- offene Stahlturmkonstruktion mit Reaktor und anderen Anlagenteilen
- Kompressorhaus in Massivbauweise mit mehreren Kompressoren
- Rohrleitungsbau für Medien-/Gasversorgung



Pilot-Versuchseinschmelzer



Einschmelzerlayout

- Zentrale Ofenposition
- Gute Erreichbarkeit aller Bereiche
- Einheiten:
 - Ofen
 - Nassgranulation
 - 6 Tagesbunker und 1 Befüllungstrichter
 - Technische Nachverbrennung des Abgases
 - Staubfilteranlage
 - Messwarte
 - Elektroraum
 - Gleichrichter
 - Hallenkran und Chargierkran

bluemint® recycled – Schrotteinsatz im Hochofen

TÜV Süd zertifiziert

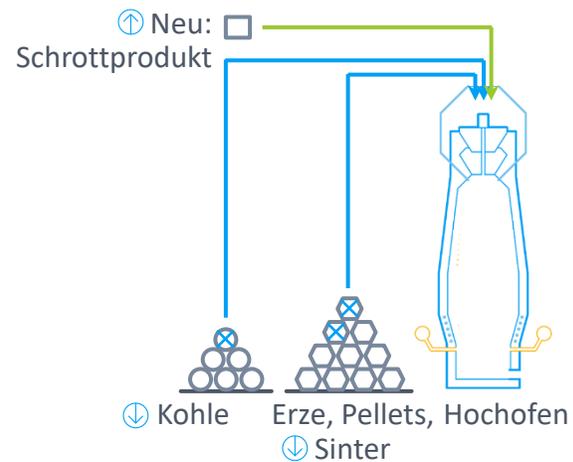
Herkömmliches Warmband



2,1 t CO₂/t Warmband

Veränderung der Einsatzstoffe

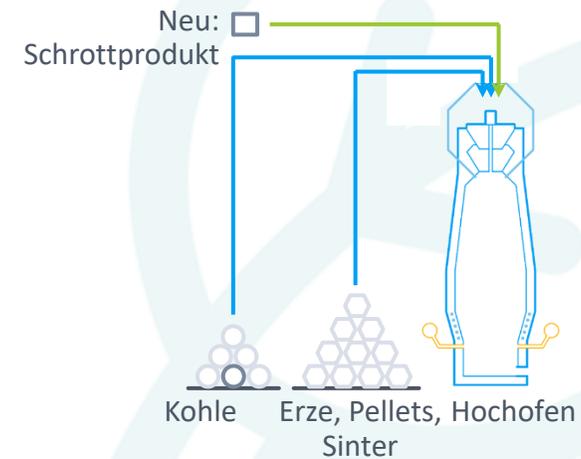
Weniger Kohle durch den Einsatz eines aufbereiteten Schrottprodukts.
Weniger Kohle = Weniger CO₂



Schrottprodukt wird nur eingeschmolzen und muss nicht durch Kohle reduziert werden.

Zertifizierung der realen CO₂-Einsparungen durch den TÜV Süd

Bilanzierung über eine eigenständige Schrottprodukt-route im Hochofenprozess, bei der das Schrottprodukt nur eingeschmolzen wird.



Der parallel stattfindende Reduktionsprozess der Eisenerze wird davon getrennt bilanziert und führt zum Fußabdruck des konventionellen Materials.

bluemint® recycled

CO₂-Einsparung
1,35 t CO₂/t



0,75 t CO₂/t Warmband

Bilanzielles Recyclingprodukt



bluemint® Steel: Produkt über Direktreduktionsanlage ab 2027

Zertifizierung auf Basis anerkannter Normen geplant

Herkömmliches Warmband

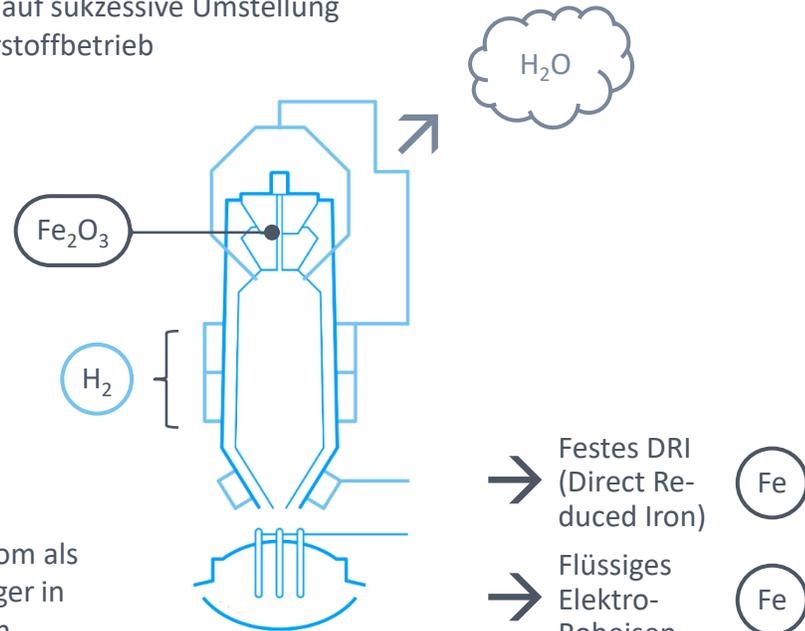


2,1 t CO₂/t Warmband

Veränderung der Anlagentechnologie und der Einsatzstoffe

Start 2027 mit Einsatz von Erdgas in der DR-Anlage; nach Hochlauf sukzessive Umstellung auf Wasserstoffbetrieb

Grüner Strom als Energieträger in innovativen Einschmelzaggregate



Zertifizierung der realen CO₂-Einsparungen auf Basis anerkannter Normen geplant

Massenbilanzierung über die Route der Direktreduktionsanlage



Reale CO₂-Einsparung

Dekarbonisierung der Roheisenstufe größter Beitrag zur CO₂-Neutralität

bluemint® Steel



CO₂-Fußabdruck abhängig von Einsatzstoffen in der DR-Anlage sowie weiteren CO₂-Reduktionen in der Vorkette und Downstream

1) CO₂-Einsparung durch die DR-Anlage; keine weiteren möglichen Einsparungen in der Vorkette sowie Downstream berücksichtigt



Die Transformation wird gelingen, wenn die Politik Rahmenbedingungen schafft

Faire Wettbewerbsbedingungen

Wirksamer Schutz vor Dumpingimporten und Überkapazitäten.

CO₂-Grenzausgleich reformieren

Erweiterung des Anwendungsbereichs und Lösung für Stahllexporte.

Grüne Leitmärkte etablieren

Anreize für Nachfrage nach CO₂-reduzierten Produkten durch öffentliche Auftragsvergabe, Fördermechanismen und B2B-Initiativen.

Energiepreise senken

Einführung eines Brückenstrompreises, Senkung der Netzentgelte und Ausbau der Erneuerbaren Energien.

Wasserstoffwirtschaft fördern

Ausbau der europäischen Infrastruktur und flexibler Wasserstoffeinsatz



Vielen Dank

für Ihre Aufmerksamkeit!

engineering.tomorrow.together.



thyssenkrupp