

Im Rahmen der IAW-Vortragsreihe

Arbeit / Arbeitsmarkt - Solidarität in der Arbeitsgesellschaft

Prof. Dr. Rudolf Hickel

„Sozial-ökologische Transformation als sozialpartnerschaftlich mitbestimmter Prozess: Das Beispiel vom fossilen zum grünen Stahl

Die schöpferische Zerstörung einer Basisbranche der deutschen Wirtschaft

Am 30. 10. 2025 von 16 bis 18 Uhr
Bremen: UFO/Kassenhalle / Domshof 26



Die Klimakrise zwingt zum Fundamentalumbau der Wirtschaft:

Die Mega-Herausforderung: Die zerstörerische Kraft der weltweiten Klimakrise

Die Wirkungskette: Treibhausgase → Erderwärmung → Klimaschädigung mit Kippeffekten
→ Umbau der Wirtschaft mit dem Ziel der Dekarbonisierung

Treibhausgase: Zusammengefasst in CO₂-Äquivalenten;

Kyotoprotokoll nennt 6 Treibhausgase: u.a. Kohlendioxid, Methan, Lachgas (N₂O), die fluorierten Treibhausgase (F-Gase)

Ursachen der Treibhausgase:

Anthropogene (durch die Art der Wirtschafts- und Lebensweise) gegenüber natürlichen Ursachen!

Für anthropogene Treibhauseffekte entscheidend Konzentrationen der strahlungswirksamen Spurengase. Seit Beginn der Industrialisierung beträchtlich angestiegen. Umweltkiller Nummer eins Kohlendioxid infolge der Verbrennung fossiler Energieträger / Brennstoffe.

Erderwärmung: Der Erderwärmung schreitet, wenn nichts geschieht, bis über 3 Grad Celsius an.

Ziel: Erderwärmung mit um die 1,5 Grad (gegenüber dem Wert vor der Industrialisierung, startet ca. 1850):

Ende 2015 Pariser Abkommen : Ziel Erderwärmung unter 2 Grad, jedoch möglichst auf 1,5 Grad gegenüber dem vorindustriellen Niveau (startet ca. 1850) reduzieren!

Daraus die Transformationsaufgabe: Klimaneutralität

Daraus abgeleitet: Etappen zum Ziel Klimaneutralität

Deutschland: Zieländerung nach Urteil Bundesverfassungsgericht vom 24.3. 2021
(Revision des Klimaschutzgesetzes vom 2. 12. 2019)

Zitat: „Danach darf nicht einer Generation zugestanden werden, unter vergleichsweise milder Reduktionslast große Teile des CO₂-Budgets zu verbrauchen, wenn damit zugleich den nachfolgenden Generationen eine radikale Reduktionslast überlassen und deren Leben umfassenden Freiheitseinbußen ausgesetzt würde.“

Klimaziele EU 2050

Mit dem Europäischen Green Deal 27 EU-Mitgliedstaaten bis **2050** klimaneutral!

Erster Schritt Treibhausgasemissionen bis 2030 um mindestens 55 % gegenüber dem Stand von 1990. Das Paket "Fit für 55" umfasst dazu eine Reihe von Maßnahmen!

Klimziel Hamburg: Durch Volksentscheid im Okt. 2025 Klimaneutralität korrigiert von 2045 auf 2040

Klimaziele Klimziel Bremen

2038: Klimaneutralität, d. h. 95 % Reduktion der Treibhausgasemissionen gegenüber 1990.

2030: 60 % Reduktion der Treibhausgasemissionen gegenüber 1990.

2033: 85 % Reduktion der Treibhausgasemissionen gegenüber 1990.

Vorschläge zur Zielerreichung in einer Enquetekommission erarbeitet.
Staatliches Programmvolumen: 2,7 Mrd. €

Finanzierungsvolumen des Landes Bremen per Kreditaufnahme ursprünglich 2,5 Mrd. €

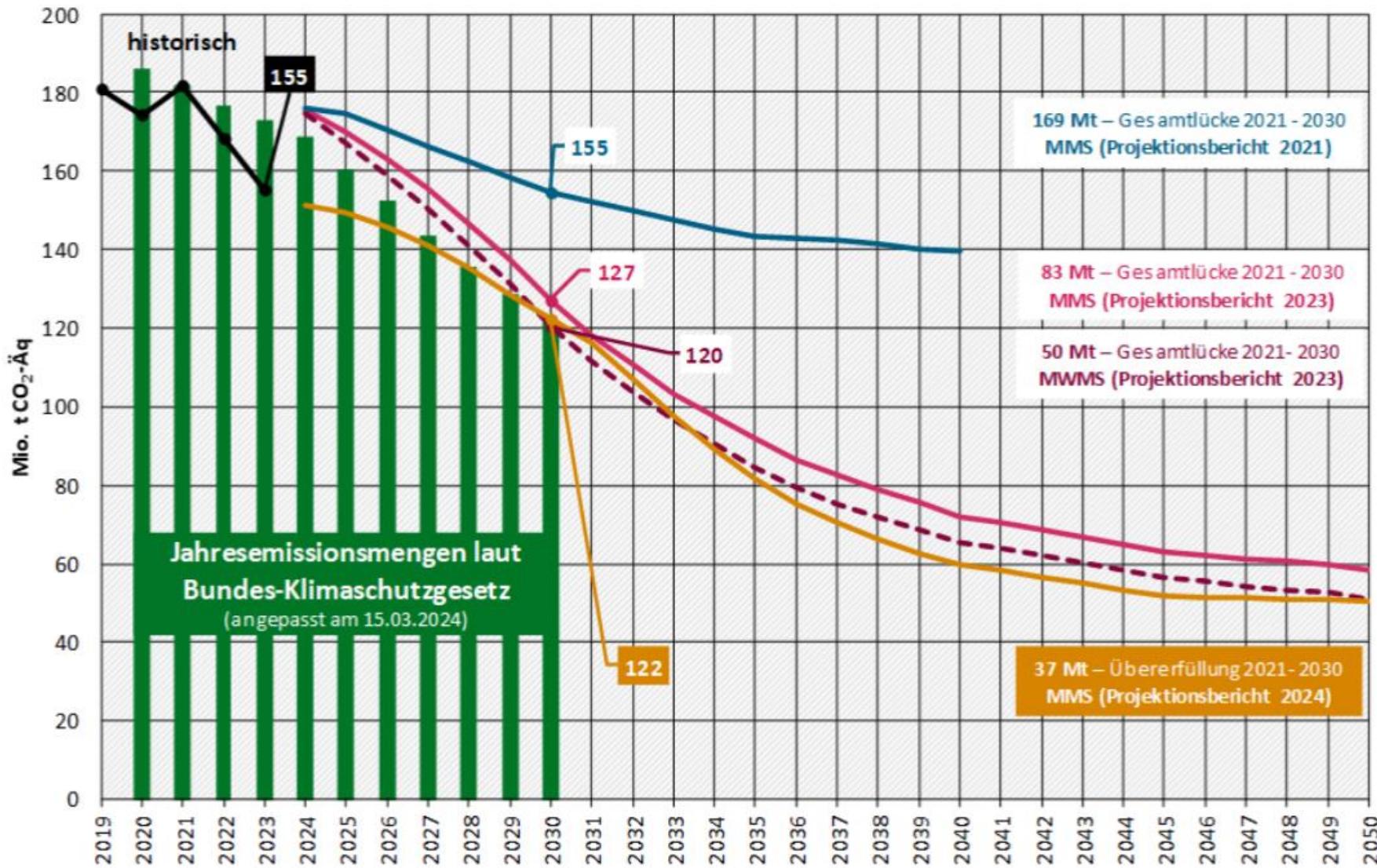
Deutschland soll früher klimaneutral werden

- Treibhausgasemissionen
 - Bis 2030: 65 % weniger CO₂ (bislang 55 %)
 - Bis 2040: 88 % weniger CO₂
 - 2045: Klimaneutralität (bislang 2050)
- Zulässige jährliche CO₂-Emissionsmengen für einzelne Sektoren wie Energiewirtschaft, Industrie, Verkehr oder Gebäudebereich werden abgesenkt.



Entwicklung der projizierten Treibhausgasemissionen im Sektor Industrie

KSG plant Jahresemissionsmenge des Sektors von rund 118 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalenten in 2030. Das ist eine Reduktion von mehr als einem Fünftel im Vergleich zu 2023. Die Transformationsgeschwindigkeit muss sich fast verdoppeln, um die Ziele bis 2030 zu erreichen.



Treibhausgas-Emissionen

Anteil der Sektoren 2024 in Deutschland in Prozent

Gebäude

15,5 %

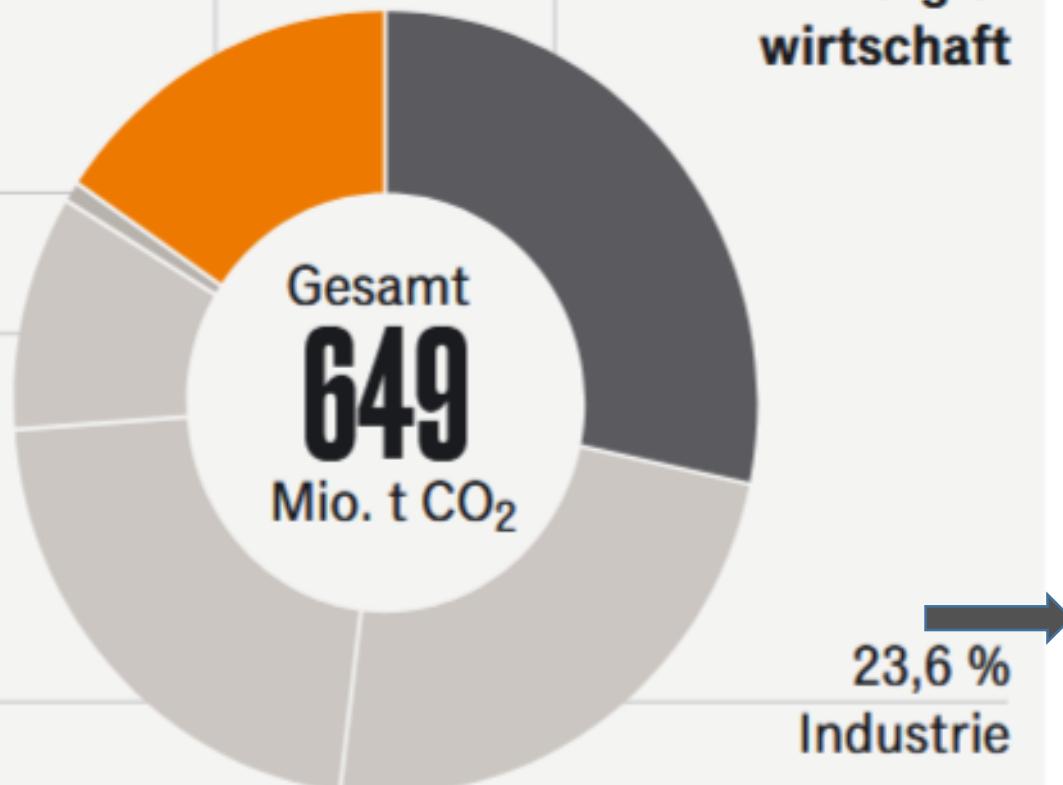
0,8 %
Abfallwirt-
schaft und
Sonstiges

9,6 %
Landwirt-
schaft

22,0 %
Verkehr

28,5 %
Energie-
wirtschaft

23,6 %
Industrie



Die Transformationsaufgabe

2024: Von 649 Mio. t Treibhausgasen.
51 Mio. t Stahlindustrie (über 7 %)
33% der gesamten Industrie (153 Mio.t)

Stahlproduktion im Widerspruch

Einerseits: Industrielle Wertschöpfungsbasis für die Zukunftswirtschaft unverzichtbar

Andererseits: Durch das Kuppelprodukt „Treibhausgase“ (CO₂-Äquivalent) dominanter Treiber der Klimakrise

Lösung: Ökologische Transformation bedeutet „schöpferische Zerstörung“
(J. A. Schumpeter): sozial abgesichert vom fossilen Stahl zum dekarbonisierten (grünen) Stahl
Historisch erstmals: Eine Basisbranche der Industrie wird ökologisch revolutioniert! Statt Deindustralisierung: ökologisch nachhaltige Industriestruktur.

Schrittweise Vorgehensweise:

- Kurzanalyse der Bedeutung der Stahlindustrie in der Gesamtwirtschaft
- Aktuelle Krise und deren Bekämpfung
- Die Transformation zum GreenSteel
 - + Die Anlagenschwerpunkte der dekarbonisierten Stahlproduktion
 - + Das neue Geschäftsmodell auf der Basis von Mitbestimmung

Schwerpunkt: Aktiv mitbestimmte, sozial verantwortliche Gestaltung der Arbeit

STAHL IM PROFIL

- * Werkstoff der Zukunft (Rohstoff)
- * Stahlproduktion als Basisindustrie für viele Wertschöpfungsketten
Gezählt werden ca. 2 500 Stahlprodukte (vom Groblech für Schiffbau und Panzer bis zum Feinstahldraht)
- * Enorme Vorleistungsverflechtung: jeder Euro zusätzliche Wertschöpfung in der Stahlindustrie löst rund 2 Euro an Wertschöpfung in vorgelagerten Branchen aus.
- * Stahl steckt auch indirekt in vielen Produkten: Stahlintensität
- * Stahl nicht nur als fertiges Produkt / Stahl auch benötigt für Herstellung, Lagerung und Transport von Waren.
Dadurch werden auch Dienstleistungen und Produkte, die keinen Stahl enthalten, „stahlintensiv“.
- * Private Haushalte verbrauchen pro Kopf jährlich ca. 180 kg Stahl

STAHLBRANCHE HOHE INNOVATIONSFÄHIGKEIT:

1. Produktinnovationen: Leichtere und sicherere Produkte / Spezialbeschichtungen (vor allem Korrosionsschutz)
Spezialstähle für Elektromotoren und andere Komponenten im Bereich der Elektromobilität) / Moderne Baustähle (Beispiel: Entwicklungen im Bereich der modularen Stahlbauweise)
2. Aktuell Revolutionierung der Produktionsweise: Vom Roheisen aus dem Hochofen zum Eisenschwamm aus der Direktreduktionsanlage
Die Anlagenprojekte: *Wasserelektrolyse / Direktreduktionsanlage / Elektrolichtbogenofen*

STAHL-Transformation: Einbettung in die Kreislaufwirtschaft (Circular Economy)

- Stahl-Eisenschrott 100% ohne Qualitätsverlust beliebig oft recyclebar (Multirecycling).
- Spart Einsatz von natürlicher Ressource Eisenerz / vermeidet CO2-Emission / reduziert Energieverbrauch.

Einige Eckdaten zur deutschen Stahlwirtschaft

Im Internationalen Vergleich: Größter Stahlproduzent in der EU / in der Weltrangliste siebtgrößter Produzent

1. Rohstahlproduktion sinkt seit 2021: 37,2 Mi. Tonnen in 2024
2. Umsätze sinken seit 2022: 45,3 Mrd. € in 2024
3. Produziert werden an 25 Standorten ca. 2 500 Stahlsorten in
 8 Integrierte Hüttenwerke: Hochofen /Stahl-Walzwerk; Basis Eisenerz (Primärstahlproduktion)
 23 Elektrostahlwerke: Stahlproduktion mit Strom und auf Basis von Stahlschrott (Sekundärstahlproduktion)
4. Beschäftigte:
 direkt: ca. 80. 000 Beschäftigte
 ca. 4 Mio. Beschäftigte in stahlintensiven Branchen / 2/3 der Industriearbeitsplätze
5. Stahlpreis im Trend rückläufig. Derzeit leichte Erholung: Warmbreitband pro Tonne Ende Sept. 2025: 595 €

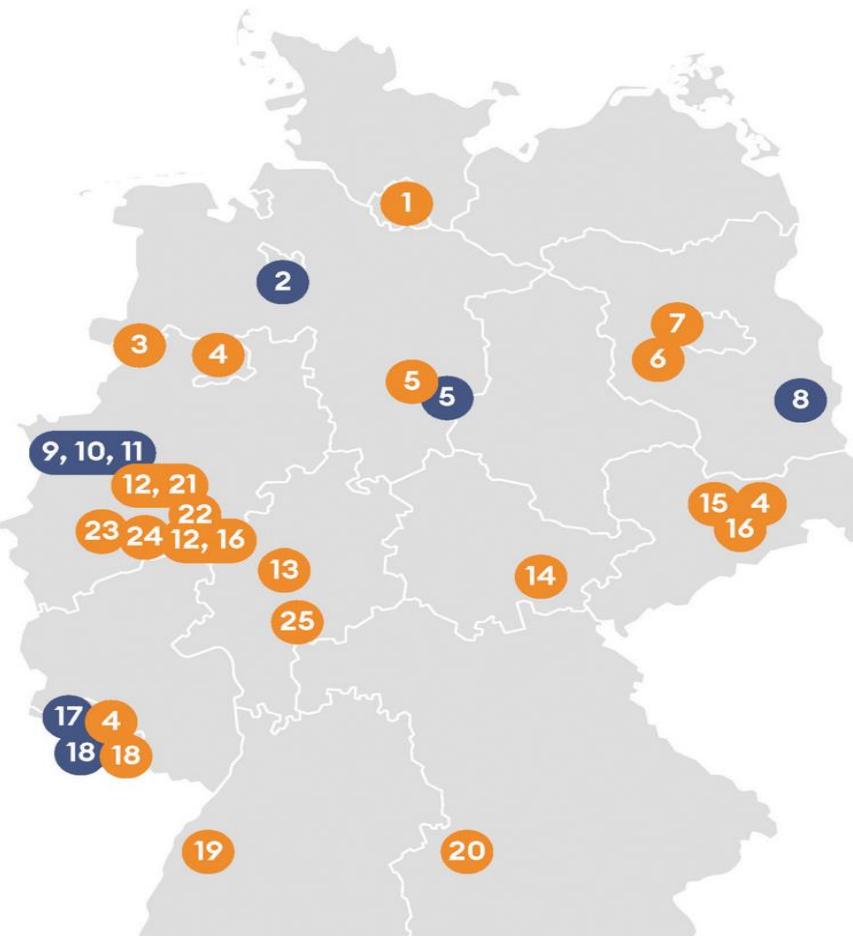
Standorte der Stahlerzeugung

Rohstahlerzeugung 2024

(Gesamterzeugung Deutschland):

37,2 Mio. t

- (1) ArcelorMittal Hamburg
- (2) ArcelorMittal Bremen
- (3) Benteler
- (4) Georgsmarienhütte Holding
- (5) Salzgitter
- (6) Brandenburger Elektrostahlwerk
- (7) Hennigsdorfer Elektrostahlwerk
- (8) ArcelorMittal Eisenhüttenstadt
- (9) thyssenkrupp Steel Europe
- (10) HKM
- (11) ArcelorMittal Duisburg
- (12) Deutsche Edelstahlwerke
- (13) Buderus Edelstahl
- (14) Stahlwerk Thüringen
- (15) ESF Elbe-Stahlwerke Feralpi
- (16) BGH Edelstahl
- (17) Dillinger Hüttenwerke
- (18) Saarstahl
- (19) Badische Stahlwerke
- (20) Lech-Stahlwerke
- (21) Friedr. Lohmann
- (22) VDM Metals
- (23) Dörrenberg Edelstahl
- (24) Kind & Co. Edelstahlwerk
- (25) Vacuumschmelze



● **Integriertes Hüttenwerk**
(Hochofen, Stahl- und Walzwerk)
Stahlproduktion auf Basis von
Eisenerz (Primärstahlproduktion)

● **Elektrostahlwerk**
Stahlproduktion mit Strom
auf Basis von Stahlschrott
(Sekundärstahlproduktion)

Rund 70 Prozent des Stahls werden in Deutschland in integrierten Hüttenwerken (Hochofen, Stahl- und Walzwerk) erschmolzen.

Rund 30 Prozent über die Elektrostahlroute produziert.

Stand Januar 2025:
Wirtschaftsvereinigung
Stahl

Direkte Beschäftigte in dt. Stahlindustrie rund 80 000

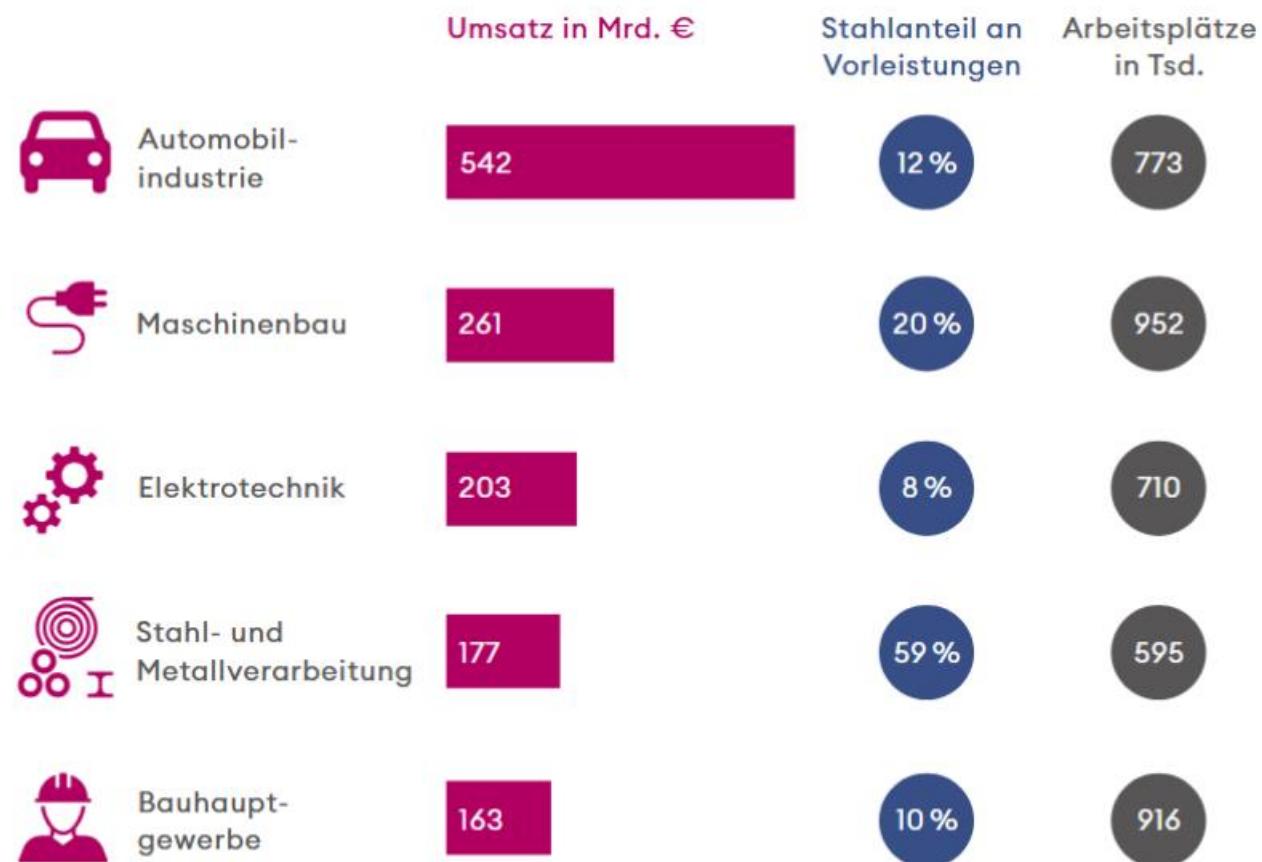
plus

Etwa 4 Mio. Beschäftigte in stahlintensiven Branchen (also 2/3 aller Industriearbeitsplätze)

Hinweis auf die Entwicklung der Nachfrage nach Stahl in Abhängigkeit von den Wirtschaftszweigen

Davon 2 Mio. Beschäftigte in stahlintensiven Bereichen des deutschen Mittelstandes (mehr als jeder Dritte).

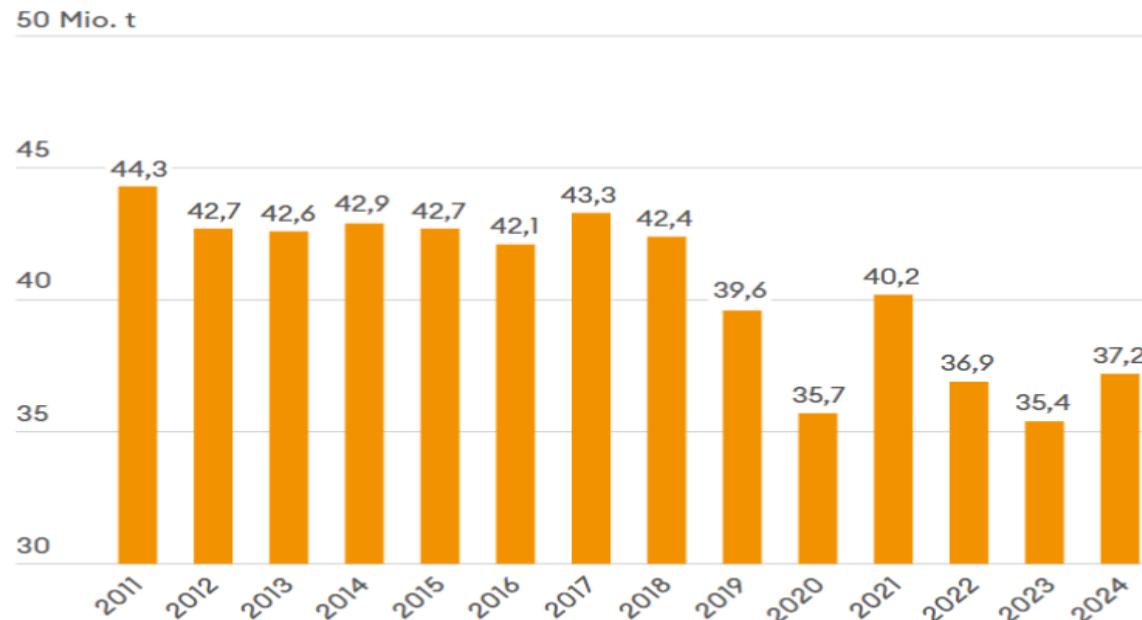
entnommen: Daten und Fakten zur Stahlindustrie in Deutschland; Wirtschaftsvereinigung Stahl



Stand: 2024

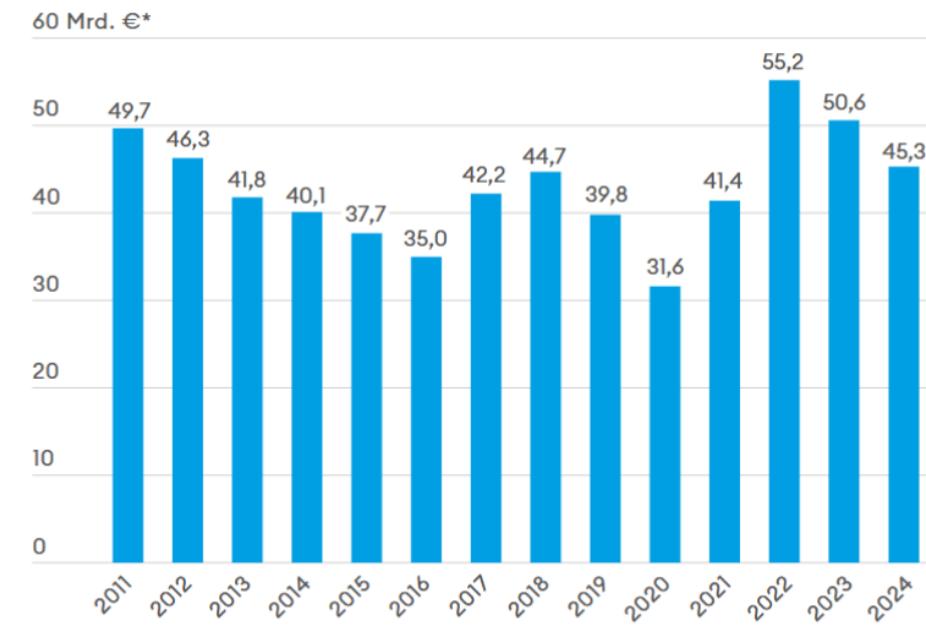
Quelle: RWI, Statistisches Bundesamt, Bauhauptverband, WV Stahl

Rohstahlproduktion mit 37,2 Millionen Tonnen
in 2024: Zum dritten Mal in Folge
unter der 40-Millionen-Tonnen-Grenze
und damit auf Rezessionsniveau!



Quelle: Statistisches Bundesamt, WV Stahl

Umsatzentwicklung der dt. Stahlindustrie
2024 zum dritten Mal in Folge Rückgang
(um 5,3 Mrd. € gegenüber Vorjahr)



*Erzeugung von Roheisen, Stahl und Ferrolegierungen plus Herstellung von Stahlrohren und Rohrstücken aus Stahl

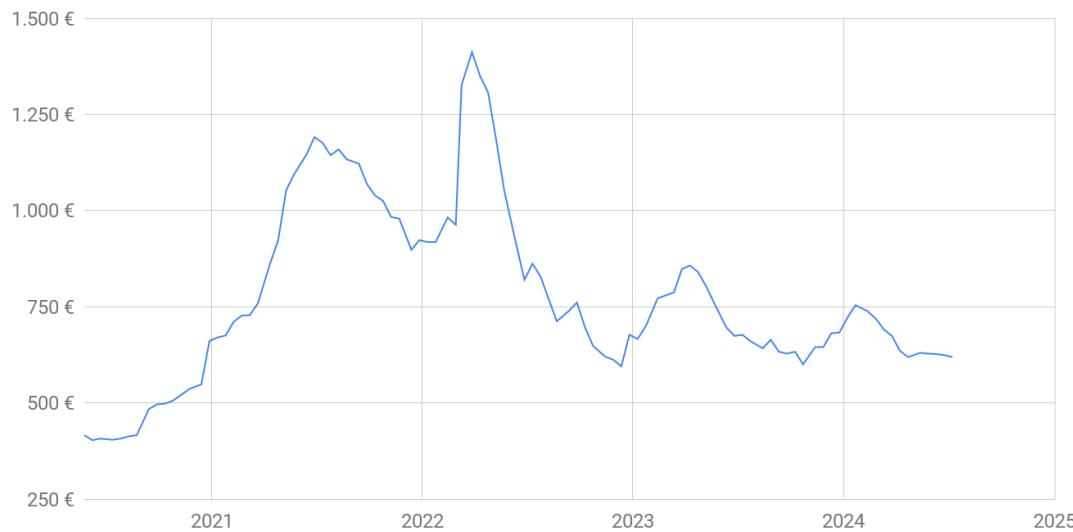
Quelle: Statistisches Bundesamt

Stahlpreise: Nach langem Sinken - leichte Erholung (Stand Nov. 2025)

Preis in € pro Tonne für **Warmbreitband**: Zentraler Preis für die Blechverarbeitung – Aktuell für November 25: 570 €

Stahlpreis Warmband Westeuropa (Deutschland/Frankreich)

5mm x 1200-1500 mm ab Stahlwerk (ex-works), Quelle: Steel Benchmark



Warmband Terminkontrakt Euro/Tonne (Argus EHR1!)



Hier ist der Grundpreis für eine Tonne Warmbreitband dargestellt.
Hinzu kommen bei den Legierungszulagen.

Im August 2025 setzt Arcelor eine Preiserhöhung durch. Der Branchenprimus erhöhte seine Verkaufspreise für Warmbreitband Ende Juli um 30 Euro je Tonne und eine Woche später dann noch einmal um 20 Euro. Die anderen Anbieter haben gezögert mitzugehen.

STAHLWIRTSCHAFT UNTER DEM REGIME RÜCKLÄUFIGER INLANDSNACHFRAGE + BILLIGIMPORTDRUCK: ANSATZPUNKTE FÜR DIE POLITIK

Stahlkrise überwinden: Erlöse zur Finanzierung des Eigenbeitrags zur ökologischen Transformation

1. Befund: ***Die Stahlnachfrage ist zu niedrig:*** Mangelnde Nachfrage aus der Industrie (PKW /Maschinebau /Elektronik Bauwirtschaft

Politik gefordert: Stärkung der Investitionsbereitschaft der Unternehmen / Sondervermögen Infrastruktur und Klimawandel + Steigerung der Rüstungsausgaben durch Regelung der Kreditfinanzierung: Nachfrage nach Panzerstahl (hohe Festigkeit und Stoßabsorption, um Geschosse und Explosionen abzuwehren. Zusätzliche Anforderungen sind Zähigkeit, gute Schweißbarkeit und Ermüdungsbeständigkeit. Streng geregelt durch militärische Normen wie TL 2350-0000 der Bundeswehr).

2. Befund: ***Kostendruck im internationalen Vergleich: (immer noch) zu hohe Industriestrompreise***

Politik gefordert: Geplante Maßnahmen

Erschreckender Produktionsrückgang im August 2025 gegenüber August 2024

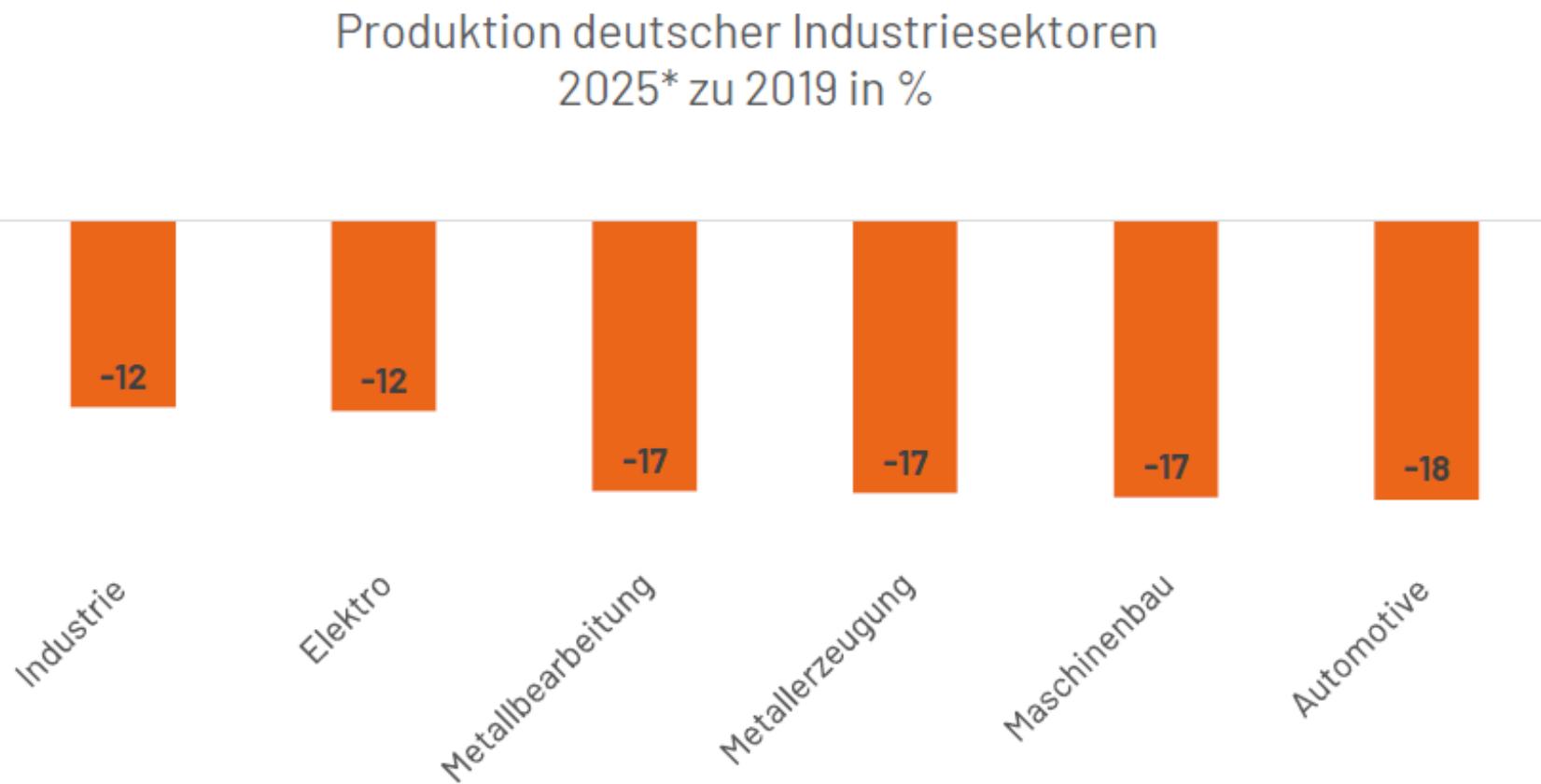
Stahlproduktion in Deutschland August 2025

	August 2025		Januar bis August 2025	
	in 1.000 Tonnen	Veränderung zum Vorjahresmonat	in 1.000 Tonnen	Veränderung zum Vorjahreszeitraum
Rohstahl gesamt	2.577	-10,5%	22.405	-11,9%
Davon: Oxygenstahl	1.941	-9,6%	15.277	-15,2%
Davon: Elektrostahl	636	-13,4%	7.128	-3,8%
Roheisen	1.745	-11,6%	14.125	-14,6%
Warmgewalzte Stahlerzeugnisse	2.195	-6,3%	19.943	-7,7%

Quelle: Wirtschaftsvereinigung Stahl

INDUSTRIE: ACHILLESFERSE DER DEUTSCHEN WIRTSCHAFT

Nachfrage nach Stahl geht strukturell zurück



- / Seit 2019 ist die Produktionsleistung wichtiger Stahlkunden gesunken.
- / Während die gesamte industrielle Produktion um 12 % sank, liegen die stahlverarbeitenden Sektoren am unteren Ende der Wachstumstabelle.
- / Der Blick auf die Entwicklung der Stahlnachfrage bestätigt das Bild.

Vorgesehene Maßnahmen der Bundesregierung zur Kostenentlastung

Industriestrompreis

- * EU erlaubt staatliche Subventionen an stromintensive Unternehmen; verbunden mit klimafreundlichen Investitionen
- * Der Strompreis soll auf maximal 5 Cent pro Kilowattstunde begrenzt werden (nur für die Hälfte des vorangegangenen Jahresbedarfs).
- * Geplant ist die Umsetzung rückwirkend ab 2025, zunächst für drei Jahre.

Stromsteuer

Hier ist eine Absenkung von derzeit 2,05 Cent pro kWh auf EU-Mindestsatz mit 0,1 Cent pro kWh geplant.

Netzentgelte

Bundesregierung erklärt, ab 2026 Zuschüsse zu den Netzentgelten zu zahlen.

Gasspeicherumlage

Beschlossen ist, das Gasspeicherumlagekonto Ende 2025 mit 3,4 Euro Milliarden Euro aus dem Klima- und Transformationsfonds (KTF) aufzufüllen (zugunsten der Verbraucher)

1. Strompreis für die Industrie in Deutschland:

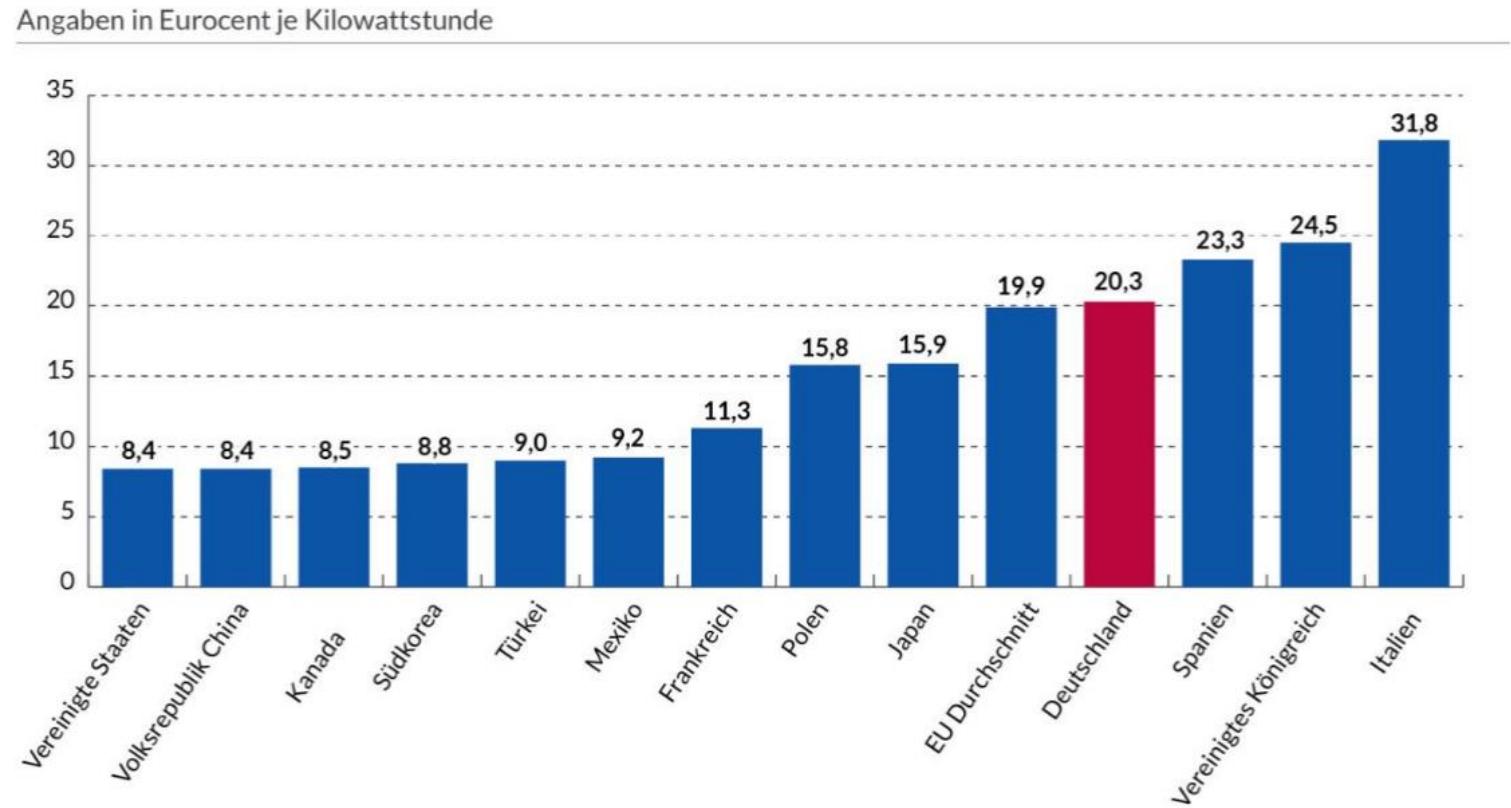
Je nach Berechnungsart zwischen ca. 17,8 und 18,3 ct/kWh (Stand: Oktober 2025); das ist ein Anstieg gegenüber dem < Vorjahr.



1. Strompreis Deutschland im internationalen Vergleich

Der deutsche Strompreis mit Steuern und Abgaben war im ersten Halbjahr 2024 um 24,6% Prozent höher als im EU-Durchschnitt.

Das Strompreise unter Einbezug der weiteren Länder außerhalb der EU zeigt, dass das Strompreisniveau in Europa spürbar höher ist als in Amerika und Asien.



Erläuterungen: Preise für europäische Länder beziehen sich auf die zweite Jahreshälfte 2022, Preise für übrige Länder teilweise auch auf 2023. Durchschnittswert aus den Industriestrompreisen der vier größten Abnehmergruppen. Für weitere Erläuterungen vgl. Prognos AG 2023: 3.

Quelle: Prognos AG 2023: 3.

BertelsmannStiftung

3. Befund: Belastung der Exporte aus Deutschland durch Zollpolitik der USA zusammen mit den Ausweichwirkungen von Drittländern unter US-Zolldruck + Wachsender Druck durch Importe bei Einsatz von Dumpingmethoden aus China.

Deutsche Stahlindustrie im internationalen Wettbewerb: Weltweit Überkapazitäten von 550 Millionen Tonnen

Export- Importbeziehungen im **EU-Binnenmarkt** konzentriert: EU-Regulierung der Stahlpolitik (Verbot nationaler Subventionspolitik + EU- Wettbewerbsrahmen gegenüber den Drittländern

Exkurs: Relevanz des Stahlhandels USA/Deutschland

- * 2024 Export von Stahl und Eisen in die USA 3,8 Mrd. € (das sind 6% aller Stahlexporten)
- * 2024: Importe aus den USA nicht offiziell statistisch erfasst.
- * Von Januar bis einschließlich April 2025 haben sich die deutschen Exporte von Eisen und Stahl sowie Eisen- und Stahlwaren in die USA um 0,4 Prozent auf 1,3 Milliarden Euro verringert.
Ursache ist die Zollpolitik: ab 12.3 Zusatzzölle von 25% und ab dem 4..Junie 2025 Zusatzzoll auf 50%)

Trend: Zusätzlich massiver Importdruck durch Ausweichen der von US-Zöllen betroffenen Drittländer auf die hiesigen Märkte (Stahlimport aus Italien, Österreich und China haben besonders stark zugenommen).

Aktuell Politik gefordert:

- * **Gegenmaßnahmen der EU zur Zusatzzölle der USA (erst 25%, jetzt 50%)**
- * **Schutznahmen vor massenhaften Billigimporten: SAFEGUARDS**
 - Seit Februar 2019 (verlängert bis Juni 2026) EU-Safeguards für Stahl, die die WTO befristet vorsieht:
 - Nach Ausschöpfung der Zollkontingente – ermittelt auf der Basis früherer Importe - 25 % Strafzölle.
- * Übergangslösung bis Juni 2026: Nichtquotenzollsatz 50% + Begrenzung der zollfreien Einfuhrmengen auf 18,3 Mio. Tonnen pro Jahr (eine Verringerung um 47 % gegenüber den Stahlkontingenten 2024)

EU hat 2024 beschlossen, die Schutzmaßnahmen mit Veränderungen zu verlängern:

- + Zollkontingente für Stahlerzeugnisse aus 26 Warenkategorien nach früheren Importmengen festgelegt.
- + Einfuhrzölle von 25 %, wenn die Kontingente erschöpft sind.
- + Anpassung der Maßnahmen durch die EU-Kommission zur Reduzierung des Liberalisierungstempos bei zollfreien Einfuhren.
- + Senkung des Liberalisierungssatzes von 1 % auf 0,1 % für zollfreie Importe (Kürzung der Kontingente)
(im Abschnitt zur „Dekarbonisierung der Stahlproduktion“ Hinweise auf Einführung eines CO2-Grenzausgleichs zur Vermeidung von Wettbewerbsverzerrungen durch klimaschädliche Importe (CBAM: Carbon Border Adjustment Mechanism) zur CO2-Bepreisung dieser Importe)

DAS MEGAPROJEKT: GRUNDLEGENDE TRANSFORMATION DER STAHLBRANCHE IM KLIMA DER KRISE UND VERUNSICHERUNG

1. Fossiler (Koks-/Kohle/Gas)Stahl erzeugt als Kuppelprodukt CO2- Ausstoß
Massiver Beitrag zur Erderwärmung

Ökologischer Fußabdruck 1 Tonne Rohstahl erzeugt 1,4 – 1,5 Tonnen CO2 (minus 12% zu 1990 mit 1,58)
1 Tonne “Warmgewalzte Produkte” erzeugen 1,54 t CO2 (zu 1990 1,75 t CO2)

Beitrag der Stahlindustrie zu den Treibhausgasen (Angaben der Wirtschaftsvereinigung Stahl)

2024 von 649 Mio. t Treibhausgasen 51 Mio. t Stahlindustrie (über 7 %) ; das sind ca. 33% der gesamten Industrie (153 Mio. t)!

Durch die komplette Transformation würde die CO2-Emission in Deutschland um ca.50 Mio. t pro Jahr gesenkt (das sind ca. 7%).

2. Worum geht es beim Umbau der fossilen zur nachhaltigen Stahlproduktion?

Beispiele: Flachstahl GmbH der Salzgitter AG und ArcelorMittal Bremen

Aus der neuen GreenSteel-Route im Vergleich zur Hochofenroute leiten sich die Folgen für die Beschäftigung ab: Alte Jobs / Neue Jobs/ Umqualifizierung.

3. Green-Steel-Route in Kreislaufwirtschaft einordnen!

Circular Economy (Kreislaufwirtschaft) aus der Sicht der Stahlwirtschaft: Mehr als nur neue Produktionsanlagen

RETHINK Gesamtsystem Stahlwirtschaft! **Die vier R:**

- * **Reduce:** Ressourcen- und Energieeinsatz, Abfall und Emissionen mindern
- * **Reuse,** also weiterverwenden
- * **Recycling:** Produkte als Sekundärrohstoffe wieder in den Kreislauf zu bringen (Recycling)
- * **Remanufacture:** Produkte wiederaufzubereiten
(Beispiel: Bei Offshore-Energiegewinnung wieder- aufbereitete Turbinen können dazu beitragen, die Spitzenkapazität von Windparks lange zu erhalten und Rentabilität der ursprünglichen Investition fast zu verdoppeln.

1. Handlungsfeld Reduce: Ressourceneffizienzsteigerung (auf Faktor 4):

- * Einsatz von Rohstoffen minimieren, beispielsweise Erze / Legierungen
- * Kreisläufe: Mehrfachverwendung Wasser / Energie (Energieeffizienz erhöhen

2. Handlungsfeld: Recycling.....



Stahl recyclebar: Stahlschrott im Elektrolichtbogenofen

Werkstoff der Kreislaufwirtschaft (Circular Economy)

- Stahl-Eisenschrott 100% ohne Qualitätsverlust beliebig oft **recyclebar (Multirecycling), neue Produkte**
- Spart Einsatz von **Eisenerz**: Eine Tonne Stahl-Eisen-Schrott ermöglicht Verzicht auf 1,5 t Eisenerz.
- Dadurch Vermeidung von **CO2-Emission**:
1 Tonne Stahl-Eisen aus Schrott (Kohlenstoff) vermeidet 1,67 Tonnen an CO2-Emissionen
1 Tonne Edelstahl spart 4,3 Tonnen CO2
In Deutschland werden pro Jahr in Höhe vom Schrottrecycling ungefähr 20 Mio. Tonnen an CO2-Emissionen eingespart.

Reduzierung des **Energieverbrauchs**: Bei der Stahlproduktion mit Primärrohstoffen im Hochofen ca. 6.500 kWh Strom erforderlich, bei der Erzeugung aus Recyclingrohstoffen lediglich 1.800 kWh.

Dynamik: Mit jeder weiteren Recyclingstufe von Stahl wird der ökologische Fußabdruck kleiner!

ELEKTROLICHTBOGENOFEN (Electric Arc Furnace, EAF): Gleichzeitig verwendbar für neue GreenSteel- Produktionsroute

Erzeugung von Flüssigstahl aus: Eisenschwamm von der H2- Direktreduktionsanlage
(Hydrogen Direct Reduction)

Input von Stahl-Eisenschrott + Input von Eisenschwamm aus der Direktreduktionsanlage

Wichtiger Schritt der Zukunftssicherung der Stahlindustrie: Einsatz von Elektrolichtbogenöfen!

Der fundamentale Wechsel der Stahlproduktionsroute

1. Alt: Die Hochofenroute (iron production by the blast furnace route)

- * Der **Hochofen** übernimmt die Reduktion des Eisenerzes Fe₂O₃. Durch das Angebot von Kohlenstoff C wird das Eisen frei und geschmolzen – der Sauerstoff verbindet sich mit dem Kohlenstoff → es entsteht CO und CO₂/
- * Im **Konverter** wird das Eisen gefrischt (Sauerstoff wird eingebracht, um den restlichen Kohlenstoff zu reduzieren). Da bei diesem „Frischen“ viel Wärme entsteht, muss vorher Schrott eingebracht werden – Kühlschrott.
- * In die **Sekundärmetallurgie** wird flüssiger Stahl weiterverarbeitet–Aufbereitung und Legierung gemäß den Erwartungen der Kunden

2. Ziel der Transformation: Statt Hochofen – Direktreduktionsanlage (ca. 140 m hoch).

Mit **Wasserstoff** durchströmt entsteht durch die „Direct Reduced Iron“-Anlage Eisenschwamm als Zwischenprodukt. Durch die Verbindung des **Wasserstoffs** mit Sauerstoff entsteht H₂O – Wasser – anstelle CO₂. Die Pellets werden in der DRI-Anlage „nur“ bei ca. 1000Grad reduziert – somit unterhalb der Schmelztemperatur im Hochofen. Die Reduktion des Eisenerzes ergibt ein „teiges“, schwammartig-poriges Produkt (Eisengehalt 92–95 %). Eisenschwamm ist keine durch einen Schmelzprozess entstandene Legierung, also kein flüssiges Roheisen (das im Konverter zu Stahl transformiert werden kann). Als Zwischenprodukt wird es im Elektrolichtbogen zu Roheisen eingeschmolzen.

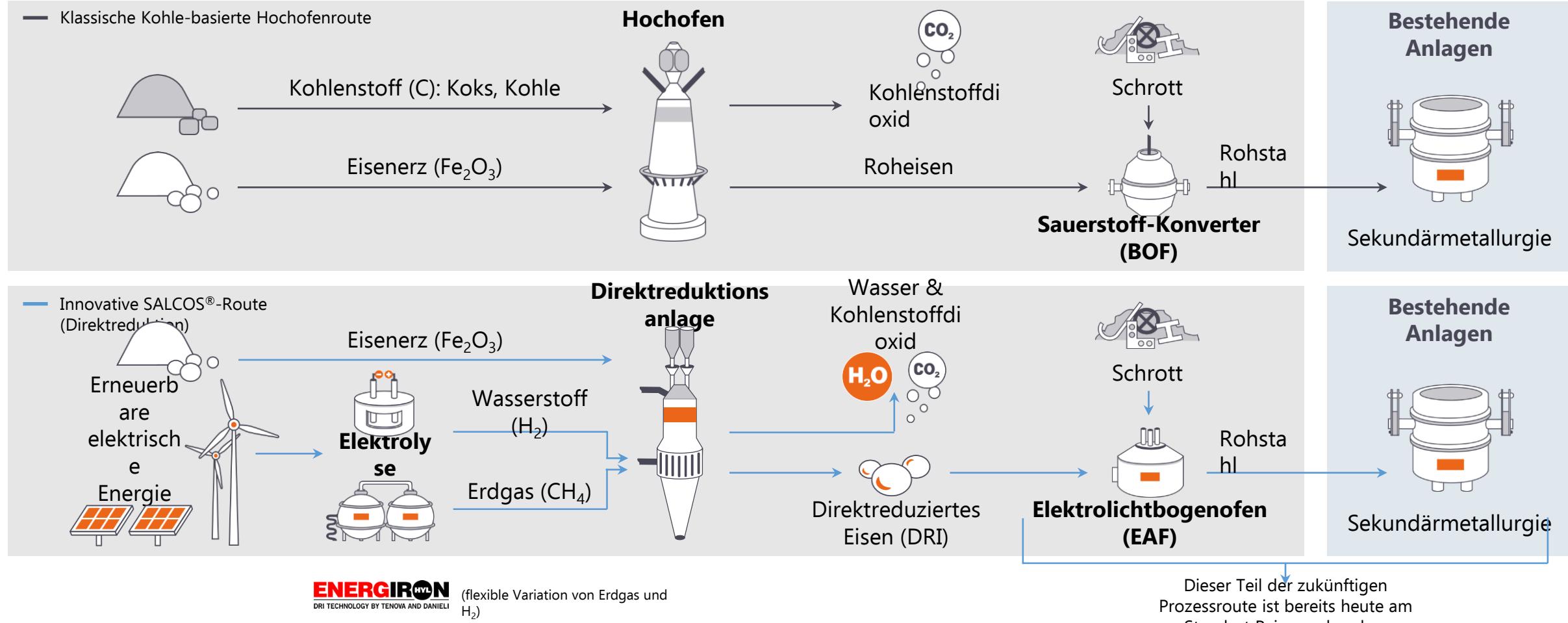
Wichtig für die relevante Übergangsphase ohne Wasserstoff: Einsatz von Erdgas!

Solange klimaneutraler Wasserstoff längerfristig (noch) nicht ausreichend vorhanden, kann Erdgas in die Direktreduktion eingesetzt werden. Da Methan als Hauptbestandteil des Erdgases ein wasserstoffreiches Gas ist, werden bereits bis zu zwei Dritteln der CO₂-Emissionen gegenüber dem Kohleeinsatz eingespart.

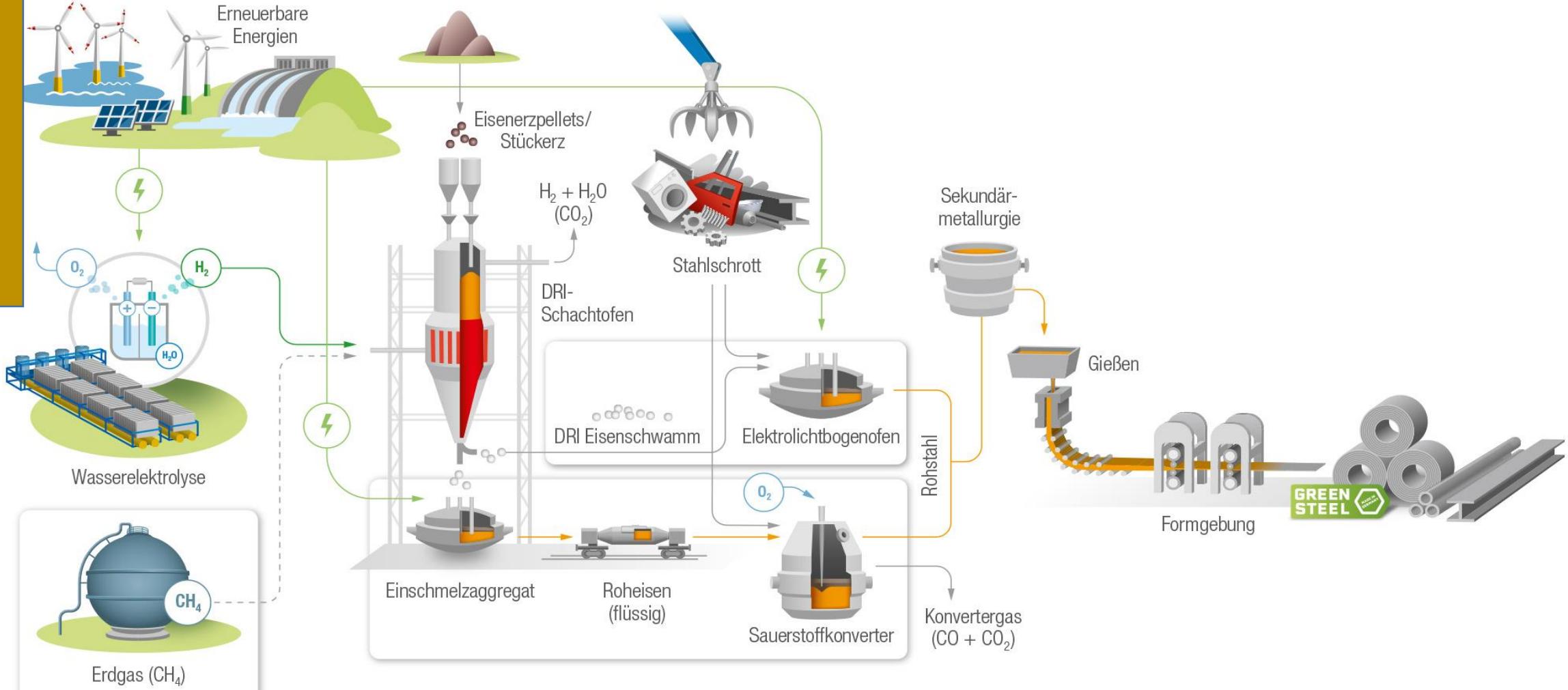


TECHNISCHE UMSETZUNG

Vergleich der konventionellen und der zukünftigen Produktionstechnologie

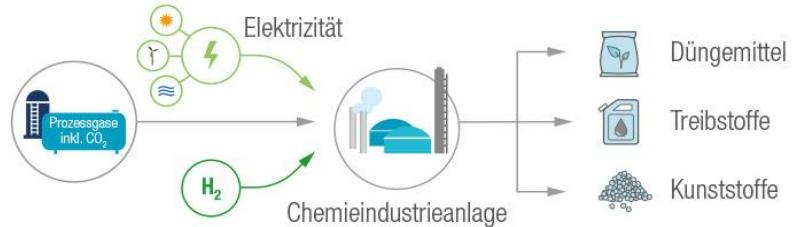


Die künftige Produkt-ion von GreenSteel: Eisen-schwamm + Schrott



Bis ausreichend klimaneutraler Wasserstoff zur Verfügung steht, können durch flexiblen Einsatz von Erdgas bereits erhebliche CO_2 -Einsparungen bei der Direktreduktion erzielt werden.

Nutzung der Prozessgase zur Herstellung chemischer Produkte (Smart Carbon Usage)



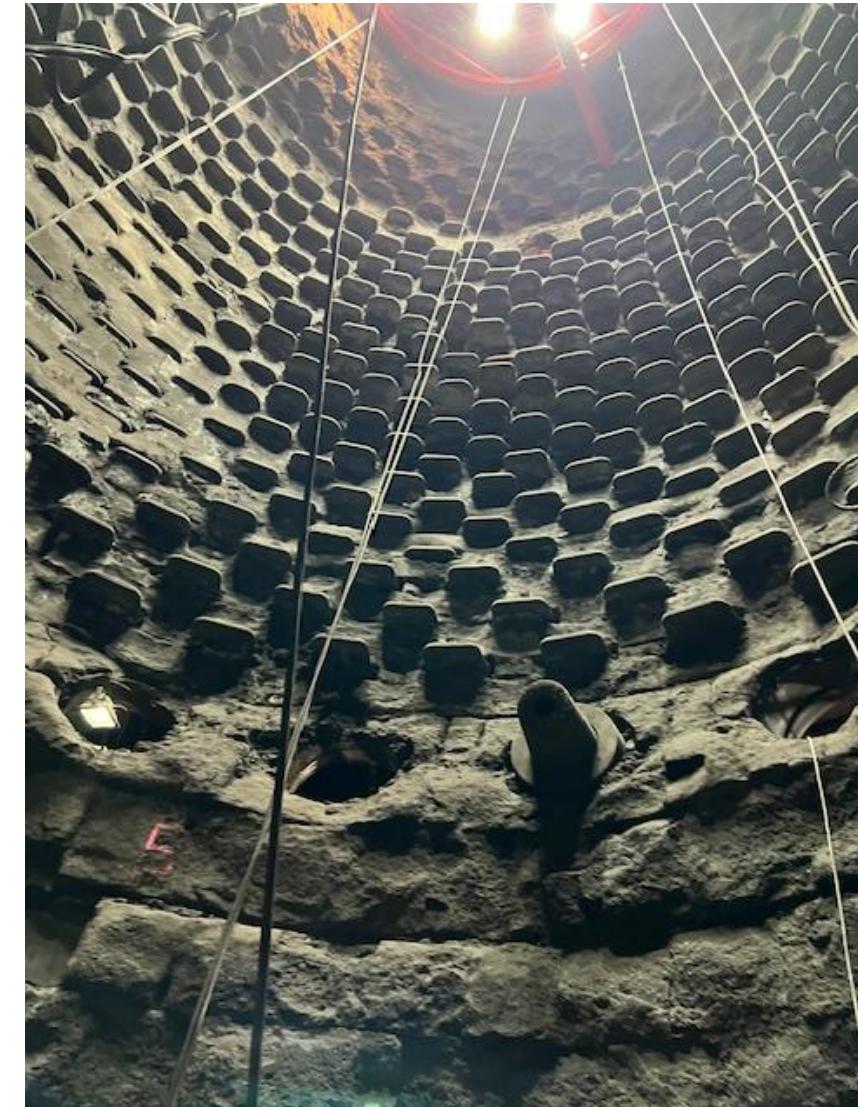
Stahlabstechen entfällt:

Beim Abstich wird das Stichloch mit einem Meißel aufgestoßen. Roheisen und Schlacke laufen durch eine Rinne und werden voneinander getrennt. Nach dem Abstich wird das Stichloch wieder mit einer feuerfesten Masse verschlossen.

Abstechen des flüssigen Roheisens



Blick in den Hochofen C (Salzgitter AG)



Das Gütesiegel „Grüner Wasserstoff“

GreenSteel: Schutz vor Markenmissbrauch

Gilt heute schon für Produkte mit CO₂-reduziertem Stahl

Nachfrage nach CO₂-reduzierten Stählen groß (Präferenz etwa Miele)

DER WASSERSTOFFREGENBOGEN

Wasserstoff ist nicht gleich Wasserstoff. Wie er hergestellt wird, ist entscheidend für seine Klimabilanz

Wie es funktioniert

Kohle oder Erdgas wird etwa mittels Wasserdampf gewonnen. Dabei entsteht neben Kohlenmonoxid oder Kohlendioxid auch Wasserstoff

Fazit

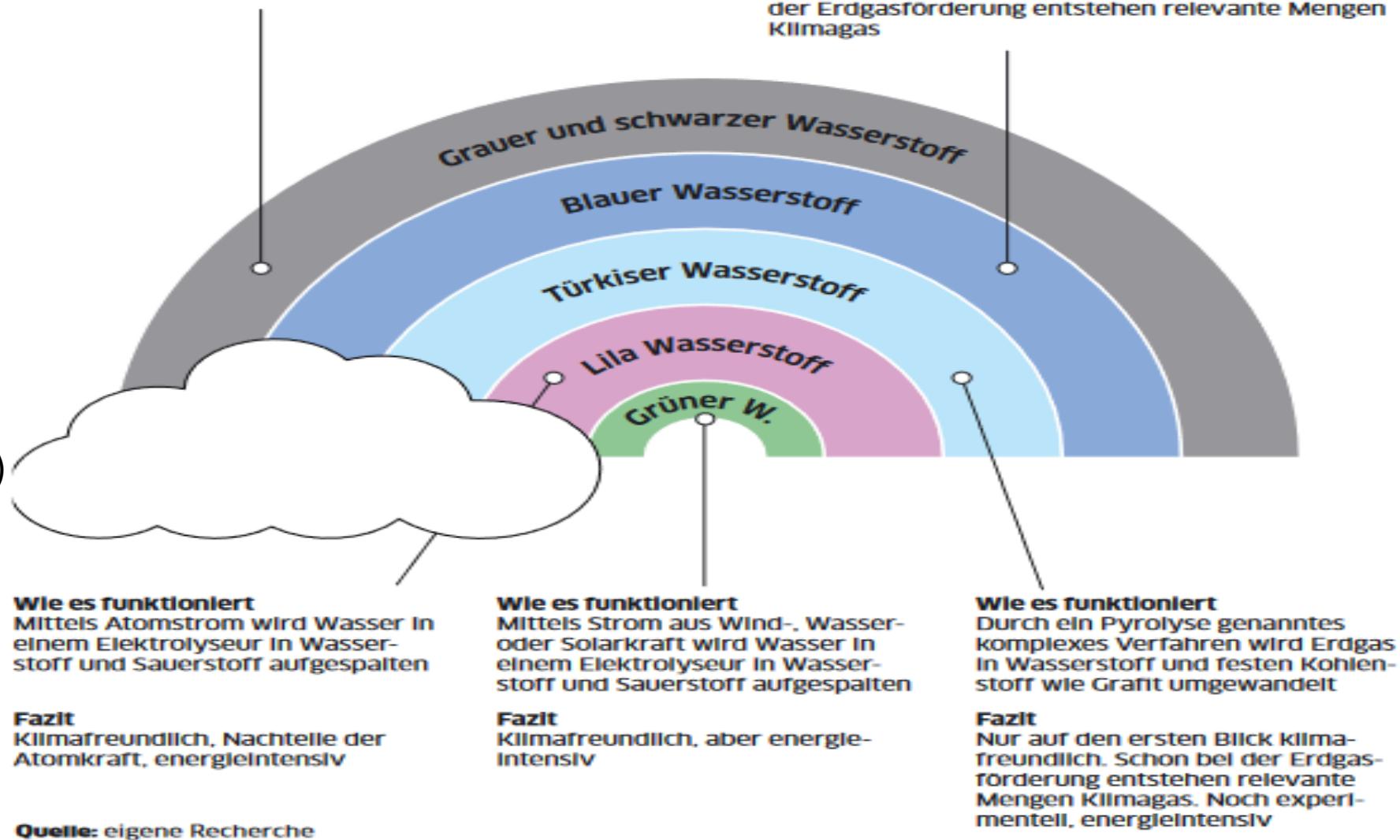
Sehr klimaschädlich

Wie es funktioniert

Verfahren wie beim grauen und schwarzen Wasserstoff. Entstehendes Klimagas wird in alten Erdgaslagerstätten unterirdisch eingelagert

Fazit

Nur auf den ersten Blick klimafreundlich. Schon bei der Erdgasförderung entstehen relevante Mengen Klimagas



entnommen: WiWo Nr. 10 /4.3.2022
Artikel; „Stahl als grüner Rohstoff“

Quelle: eigene Recherche

Entnommen: Focus vom 18. 27. 2025 /Table Media

* Die SHS baut DRI-Anlage am Standort Dillingen mit einer jährlichen Produktionskapazität von rund zwei Millionen Tonnen Roheisen, weniger als der Hälfte ihrer derzeitigen Kapazitäten.

* Salzgitter AG voll in der Transformation (Abschluss leicht verlängert auf 2035); gesondert dargestellt.

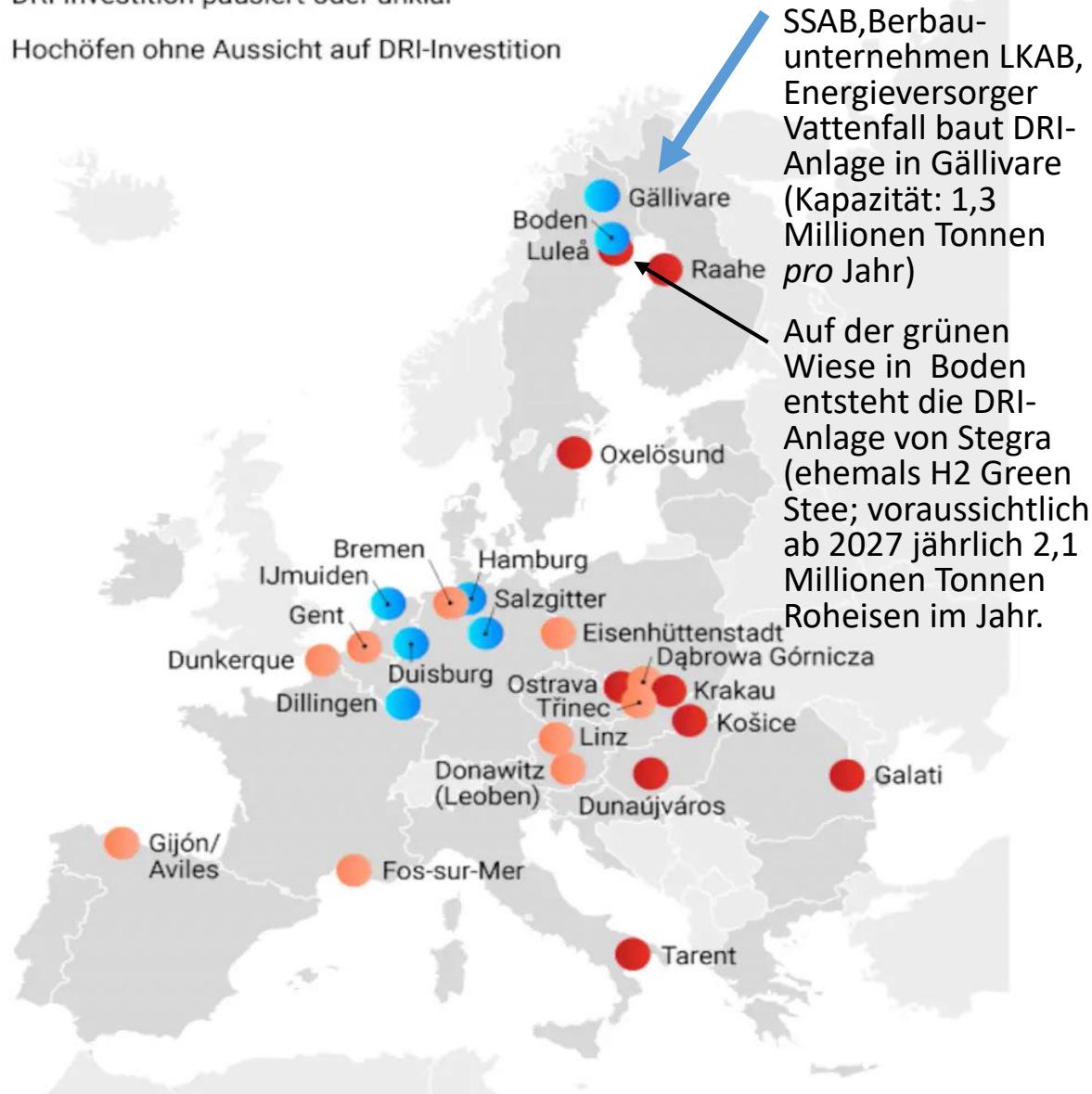
* TKS: Bau einer DRI-Anlage wird nur 2,5 Millionen Tonnen Roheisen im Jahr produzieren können – also nur 28 Prozent der im Sanierungstarifvertrag verabredeten Kapazität. Für den fossilfreien Ersatz der restlichen CO₂-intensiven Hochöfen gibt es noch keinerlei Planungen

*Arcelor in Deutschland (gesondert dargestellt).

Europäische Hochöfen in der Transformation

Wo in der EU eine fossilfreie Eisenproduktion (DRI) geplant ist

- DRI-Anlage fertig, geplant oder im Bau
- DRI-Investition pausiert oder unklar
- Hochöfen ohne Aussicht auf DRI-Investition



Ein Beispiel: Flachtstahl SZ Aghdas Baufeld Ende 2023 nachdem bereits alle alten Gebäude abgebrochen sind und die Schlackenwirtschaft verlegt wurde.



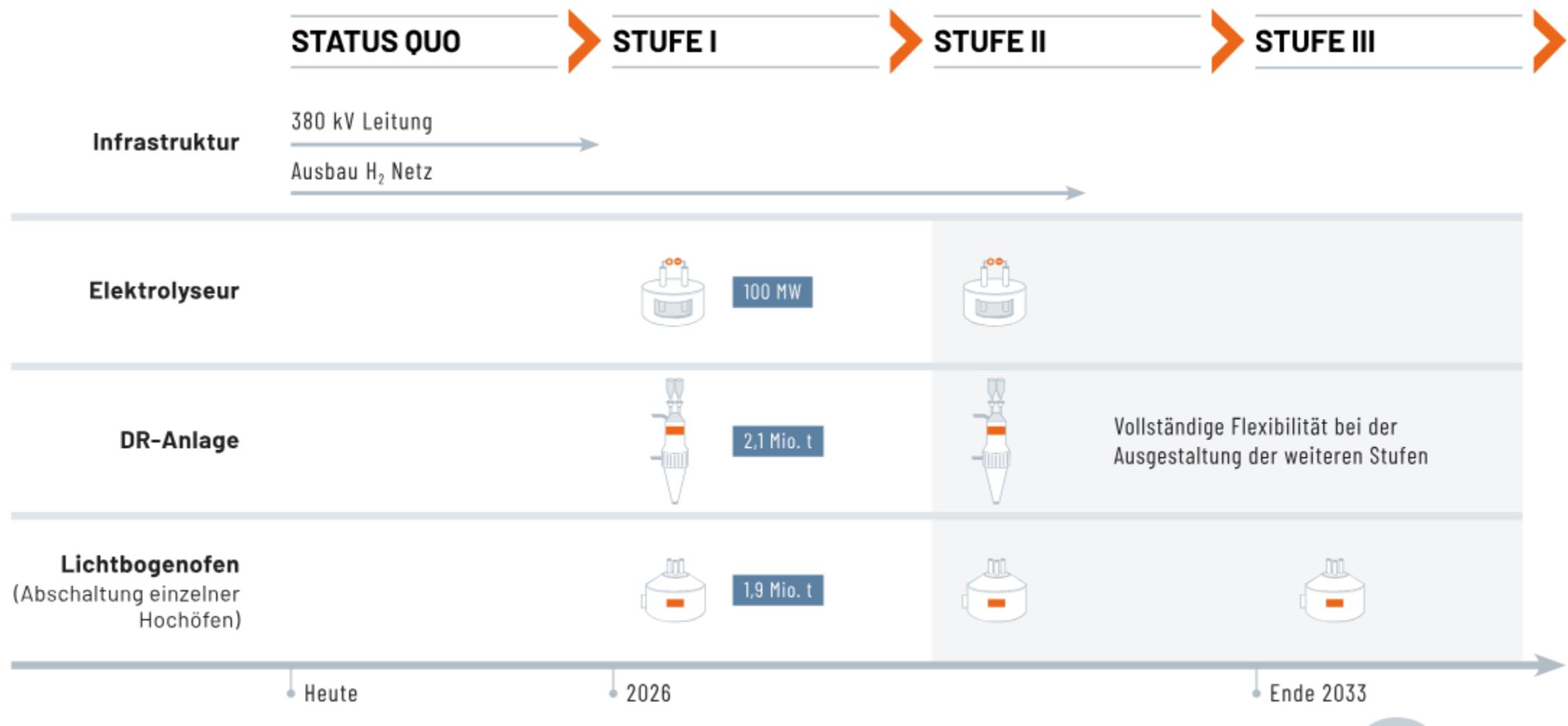


Direktreduktion-Turm (140 m)

15.09.2025

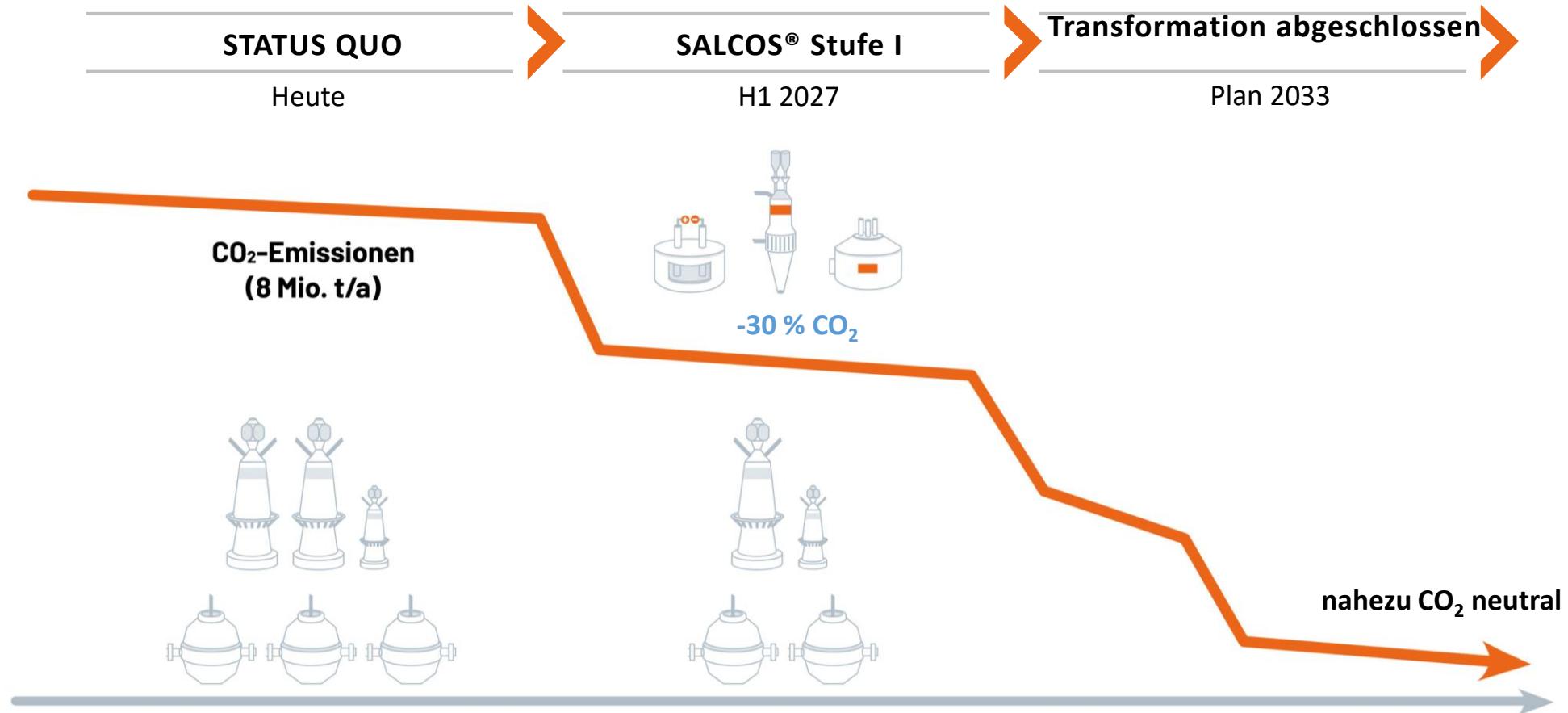
SZ AG Ein Beispiel für den Planungshorizont der Transformation in der Stahlwirtschaft: ca. 10 Jahre in drei Stufen:
Herausforderung vor allem für den Anlagenbau (DRI, 140 Meter hoch)

Kosten 1. Stufe: (Stand September 2025): Gesamtvolumen knapp 2,5 Mrd. €.



TRANSFORMATION DES STAHLSTANDORTES SALZGITTER

SALCOS® Stufe 1 - #hierpassiert; weitere Transformation erfolgt schrittweise



Blick auf ArcelorMittal Bremen: Entscheidungen im Weltkonzern

Beitrag zum CO₂ Ausstoß des Landes Bremen: ca. 50 % (von 4,2 Mio. CO₂ 2018); Statistisches Landesamt Bremen)
Hochofenroute erzeugt allein 2,6 Mio.t CO₂

Ziel: Transformation in Richtung „GreenSteel“

Vorschläge der Enquetekommission des Landes Bremen: Ersatz Hochofen 3 durch DRI-EAF-Anlage ab 2026 / Hochofen 2 durch Erweiterung der DRI-EAF-Route spätestens im Jahre 2032 / Infrastruktur zur zügigen Erhöhung des Wasserstoffanteils bei DRI-Anlage, verstärkte Stromnetzanbindung.

Bau eines 12-MW- Elektrolyseur zur Erzeugung von Wasserstoff: Projekt HyBit in Kooperation mit swb mit EWE: gestoppt!

Finanzierungsmittel:

Bund genehmigt 1,3 Mrd. € für Bremen/Eisenhüttenstadt. Land Bremen stellt ca. 250 Mio. € zur Verfügung (auf einem Treuhandkonto geparkt, das aufgelöst werden wird).

EU-Zustimmung nach „Important Projects of Common European Interest“, ICPE
Ziel bis 2021 minus 70 Mio. t CO₂ / 1 EAF in Bremen / 2 EAF in Eisenhüttenstadt



ArcelorMittal-Konzern stoppt Transformationspläne im Rahmen der Gesamtkonzernstrategie

* Gesetzt wird auf Fortsetzung der bisherigen Produktionslinie / Durch CO₂-Ausstoß steigen die Kosten für die Emissionszertifikate, da die Preise nach oben gehen.

* Green Steel mit Abschied vom integrierten Stahlwerk:

Kompromiss 1: Zulieferung von Eisenschwamm und Bau eines Elektrolichtbogenofen (EAF)
Kompromiss 2: Zulieferung von grünen Roheisenprodukten (Brammen) zur Weiterverarbeitung (etwa Verzinkung)

Ziel: Zur GreenSteel-Option anschlussfähig bleiben: Bau des Elektrolichtbogenofens dringlich!

Das Bremer Stahlwerk in Zahlen

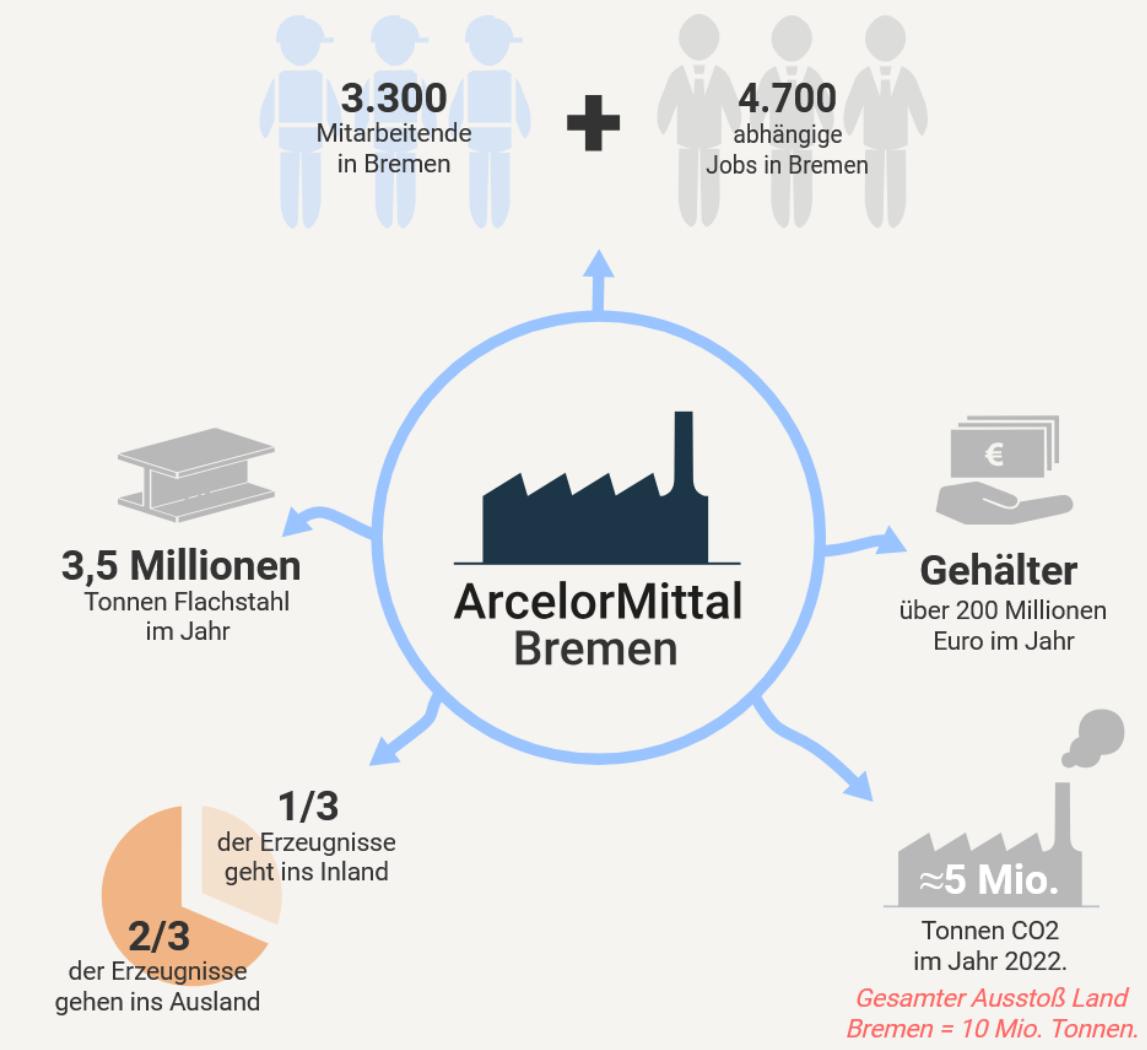


Bild: Radio Bremen

Quelle: ArcelorMittal, Arbeitnehmerkammer Bremen, IG Metall

Vollbildansicht

Planungsstände für Stahlwerke von ArcelorMittal in Europa



DRI = Direct Reduced Iron (Direktreduziertes Eisen)

EAF = Electric Arc Furnace (Elektrolichtbogenofen)

Quelle: ArcelorMittal, eigene Recherchen / Stand: Juni 2025

Eine erste Zwischenbilanz für Deutschland: Wichtige Erfahrungen aus der Transformation zum GreenSteel: Präzisierung der Machbarkeitsschritte:

1. Herausforderung: Stahlkrise mit derzeit hohen Verlusten belastet massiv die Finanzierung des **Eigenbeitrags** zur Transformation: Wie wird aktuell das Finanzierungsdefizit aufgefangen?

2. Herausforderung: Enormer Energiebedarf bei der Erzeugung von Wasserstoff und durch den Einsatz von Elektrolichtbogenöfen (EFA)

* Ausbau der erneuerbaren Energiequellen (Wind, Wasser etc.)

Stromabnahme Verträge: Power Purchase Agreements (PPA) / für Strom aus Windenergie direkt von Projektentwicklern oder Energieversorgern

Beispiele dafür: Verträge zwischen Salzgitter AG und Iberdrola sowie der Vattenfall- Partnerschaft mit der Salzgitter AG, die beide Stromlieferungen aus Offshore-Windparks vorsehen.

Weiteres Beispiel: ArcelorMittal Bremen sowie Thyssenkrupp mit SL NatureEnergie

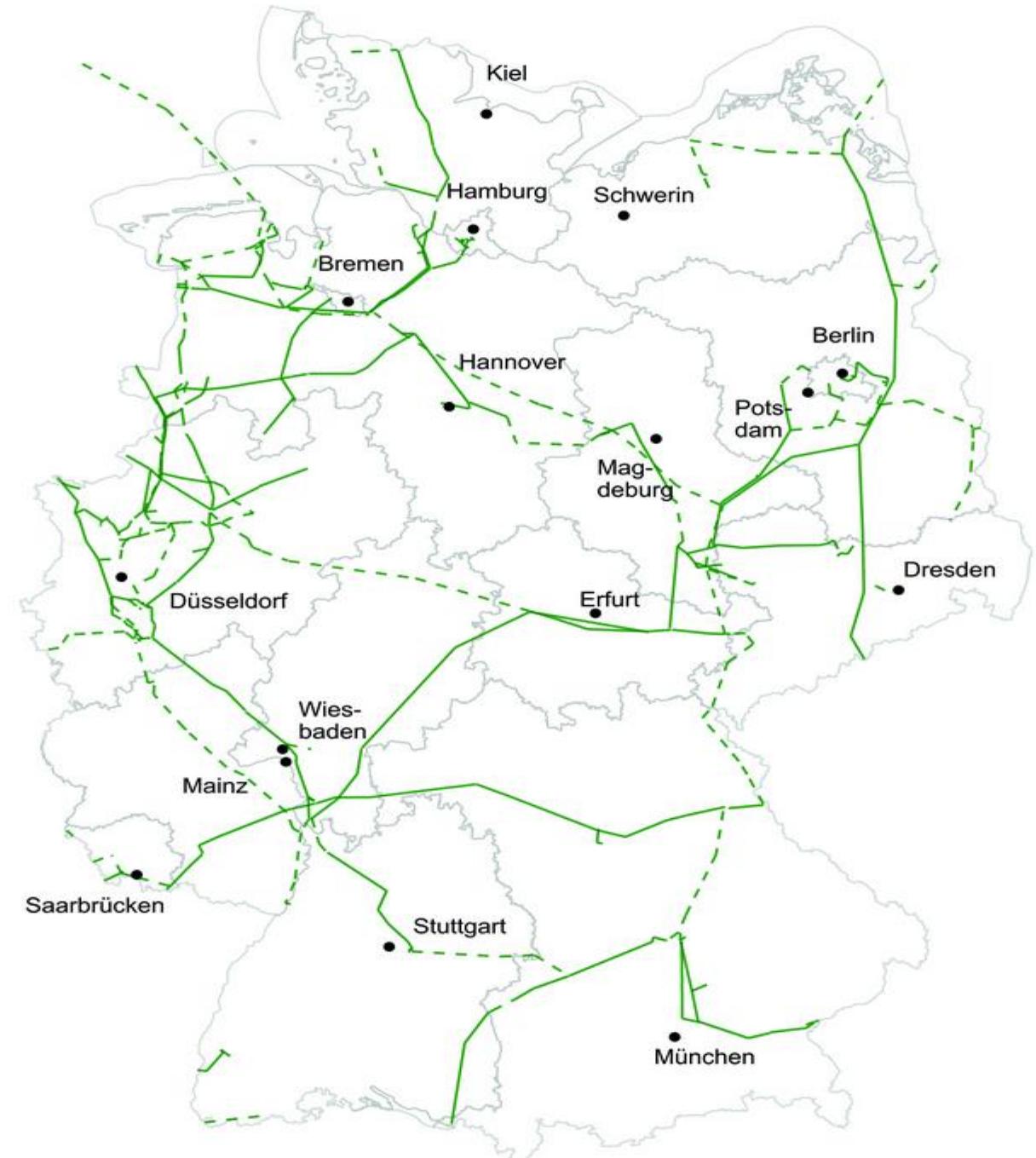
* Aufbau der Wasserstoffwirtschaft: Entwicklung stockt:

- IPCE Wasserstoff der EU
 - Bau von Leitungsnetzen (deutsches Kernnetz): Lieferung importierten Wasserstoffs über die Häfen
- Fehlender Wasserstoff zwingt zum Einsatz der Übergangsenergie Gas!**

Bundesnetzagentur
gelegt von
Netzleitungsnetzbetreibern
(N) und genehmigt am
Oktober 2024

40 km
% Umstellung von Erdgas
9 Mrd. € Investitionskosten

Genehmigtes Wasserstoffnetz



3. Herausforderung: Preis für CO2-Emissionen der Stahlindustrie: Kostenbremse – Ansporn zum ökologischen Umbau: Steigende Preise + Abbau kostenloser Zertifikate für die Stahlindustrie

**Börsennotierung am 27.10.2025
im Emissionszertifikate-System EU-ETS**

Prinzip: **CAP** (CO2-Oberausstoßgrenze) + **Trade**
(Börse, „over the counter“)

* Seit 2005 stufenweise Reduktion der Oberausstoßgrenze
(bis 2030 nach „Fit for 55-Paket“):
Verknappung sorgt für Preiserhöhung!

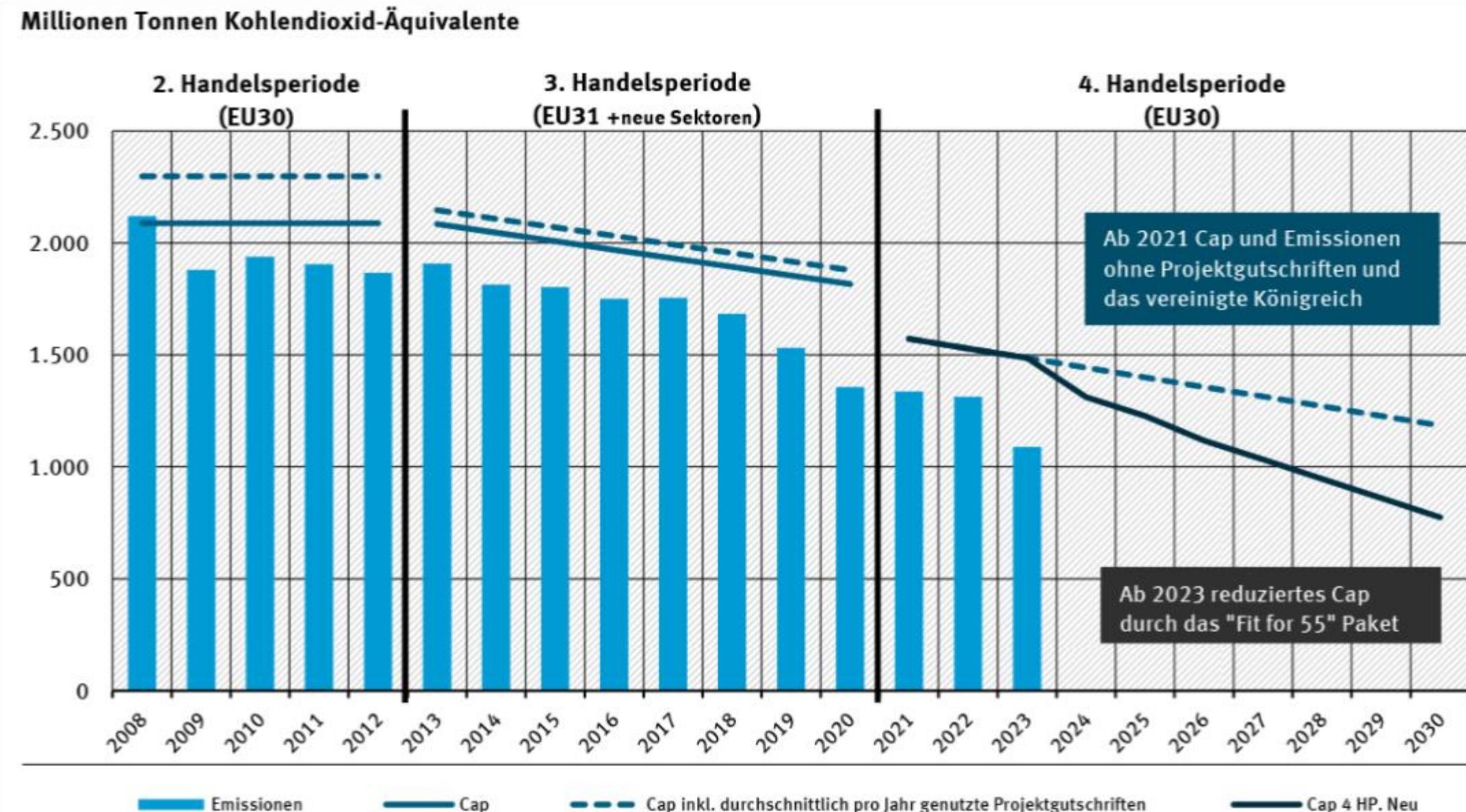
* Einnahmen in Deutschland aus EU-ETS fließen in
den „Klima- und Transformationsfonds (KTF)“:
Erwartet 2026: 4,3 Mrd. € (+ 16,7 Mrd. € aus der
deutschen CO2-Bepreisung; derzeit 55 € je Tonne CO2)

* Besonderheit Stahlindustrie: Zusatzbelastung
Zuweisung kostenloser Zertifikate gegen Carbon Leakage
(Flucht ins Ausland zur Umgehung der Emissionskosten)
Wird bis 2034 auf Null abgebaut:
Dafür kommt die Grenzausgleichsabgabe



Tageskurs 77,72 €
1 Tonne Stahl erzeugt 1,5 Tonnen CO2
Für Tonnen über kostenloser Zuweisung:
Bei einem CO2- Preis von 75 € pro t 112,50 €

Steigende CO2-Preise für Stahlindustrie: Senkung der CO2-Ausstoßobergrenze (Cap) + Abbau der kostenlosen Zuweisung von Zertifikaten (bis 2036 auf Null):'



4. Herausforderung: Der höhere Preis für GreenSteel gegenüber fossilem Stahl

Anfänglicher Wettbewerbsnachteil für CO2-armen Stahl?

1. Aktuell: Der Preis pro Tonne fossiler Stahl niedriger als für GreenSteel

Grüner Stahl

- + **derzeit um bis zu 20–50 % teurer als beim herkömmlichen Produkttyp**
- + **Mehrkosten pro Tonne 60-300 €** (abhängig von Sorte, aktuelle Marktlage, Energiekosten, Produktionsverfahren).

2. Allerdings, selbst starker Anstieg des grünen Stahlpreises hat geringe Auswirkung auf Endprodukte:

+ Beispiel E-Auto mit 40% GreenSteel ab 2030 erhöht sich der Preis um 57 € (Analyse von Transport&Environment, E&E) zu den CO₂-Einsparungen und -Kosten basiert auf den Ergebnissen der Studie von Ricardo für T&E, *The use of green steel in the automotive industry (2024)*.

Die Studie unterstellt den Rückgang der Verwendung von Stahl im Automobilsektor im nächsten Jahrzehnt durch den Wechsel zum Leichtbau.)

+ Beispiel mit 100% GreenSteel im E-Auto ab 20240 nur um 9 € teurer.

Grund: Vermeidung der Kosten aus der CO2-Bepreisung / sinkende Produktionskosten (Mengeneffekt + verschiedene Einsparungen)

3. Nachhaltigkeitswirkung: GreenSteel wird je Tonne durch die CO2- Senkung gegen die Klimakrise gesamtwirtschaftlich preiswerter:

- Steigende Kosten durch CO2-Bepreisung erhöhen Preis für CO2-armen Stahl
- Die Preise der erneuerbaren Energien (Sonne / Wind / Wasser) sinken gegenüber der Energieerzeugung auf fossiler Basis massiv („Gratisproduktivkraft“).
- In wachsendem Ausmaß werden die ansonsten explodierenden gesellschaftlichen Kosten der Klimakrise (durch Hitze, Dürren, Waldbrände, Unwetter, Kippeffekte) vermieden.

5. Herausforderung: Gegen die Billigkonkurrenz aus China: Belastung der Transformation durch Chinas Importschwemme mit CO2-lastigem Stahl

1. Vergleichsweise geringer Eigenbeitrag zur CO2-Reduktion der Stahlproduktion in China

- * Neben wenigen Anlagen in **Zhanjiang größte DRI-Anlage**, die Wasserstoff einsetzt (pro Jahr bis zu einer Mio. t Stahlerzeugung). Insgesamt ist GreenSteel ein **Nischenprodukt**.
- * **Ökologischer Fußabdruck** („Carbon Intensity“): Im Durchschnitt pro Tonne Stahl im Durchschnitt 2 Tonnen CO2 freigesetzt (alte Stahlwerke noch 3 Tonnen an CO2) / Deutsche Rohstahlproduktion 1,4 – 1,5 Tonnen
- * Anteil der Elektroofen-Stahlproduktion in China 2022 bei 9,7%, weltweit 28,2%
- * Massive Überkapazitäten: Importe aus China mit besonders schwerem „ökologischen Rucksack“.

2. Schutz Stahlproduktion mit höheren Preisen durch die Phase der ökologischen Transformation

Importstahl ist mangels ökologischem Preisaufschlag deutlich billiger.

Schutz gegen Carbon Leakage: Verlagerung von Produktion und Emission ins Ausland

Neues Instrument: CO2-Grenzausgleichsabgabe ([Carbon Border Adjustment Mechanism](#), CBAM)

Ziel: für Importe CO2-Aufschlag, vergleichbar mit Preis in der EU.

Bei der Einfuhr der betroffenen Produktgruppen kaufen EU-Importeure Zertifikate, die dem CO2-Preis, der gezahlt worden wäre, wären die Waren nach den EU-Regeln zur Bepreisung von CO2-Emissionen hergestellt worden. Übernommen wird der durchschnittliche Wochenpreis für EU-Emissionszertifikate (EU-ETS). Nach der Übergangsphase ab 2023 erfolgt ab 2026 die volle Anwendung.

Dieser Grenzausgleichsmechanismus unterstützt weltweit die Transformation der Stahlwirtschaft!

China's crude steel production by processes and the share of crude steel from electric arc furnace and its target by 2025

■ EAF steel share ■ EAF steel share target ■ World EAF steel share ■ EAF steel ■ BOF steel

1. The blast furnace-basic oxygen furnace (BF-BOF)-Route
2. The electric arc furnace (EAF)-Route



Source: CREA analysis, World Steel Association, China Steel Yearbook • BOF=basic oxygen furnace,
EAF=electric arc furnace. EAF steel and BOF steel production data in 2023 and 2025 are based on estimation.

Stahlbranche im Prozess der „schöpferischen Zerstörung“: Eine wissenschaftliche und gesellschaftliche Herausforderung

Herausforderungen an die Unternehmen, die betriebliche Mitbestimmung zusammen mit den Gewerkschaften und die Politik!

Hinweis zu Schumpeter und die Träger des Gedächtnis-Nobelpreises für Wirtschaftswissenschaften 2025

Joseph Alois Schumpeter: „Schöpferische Zerstörung“: Prozess- und Produktinnovationen angetrieben

„Die Eröffnung neuer, fremder oder einheimischer Märkte und die organisatorische Entwicklung vom Handwerksbetrieb und der Fabrik zu solchen Konzernen wie dem U.S.-Steel illustrieren den gleichen Prozess einer industriellen Mutation – wenn ich diesen biologischen Ausdruck verwenden darf –, der unaufhörlich die Wirtschaftsstruktur von *innen heraus* revolutioniert, unaufhörlich die alte Struktur zerstört und unaufhörlich eine neue schafft. Dieser Prozess der ‚schöpferischen Zerstörung‘ ist das für den Kapitalismus wesentliche Faktum. Darin besteht der Kapitalismus und darin muss auch jedes kapitalistische Gebilde leben“ (in: Kapitalismus, Sozialismus und Demokratie, 7. Kapitel, 1942)

Philippe Aghion und Peter Howitt, die beiden Gedächtnis-Nobelpreisträger für Wirtschaftswissenschaft 2025:
Mathematisches Modell zum Zusammenhang zwischen Innovation und Wachstum spezifiziert “creative destruction”.
Modellansatz basiert auf einzelwirtschaftlicher Entscheidungs rationalität.
Deutliche Unterschiede zu Schumpeter: Kreditbezogene Vor-Finanzierung von Innovationen und die aktive Rolle des Staates ausgeblendet.

Defizite, die Schumpeter und die Nobelpreisträger einen: Rolle der Beschäftigten und deren Arbeitsverhältnisse sowie betriebliche Interessenvertretung für Dynamik dieser Revolutionierung ausgeblendet.

„Schöpferische Zerstörung“: Kreation eines neuen Unternehmensmodell mit den Elementen:



Ausblick: ÖKOLOGISCHE TRANSFORMATION der gesamten Stahlbranche: Nationale Herausforderung im Kontext der EU

- **Ökologisch:** Radikaler Wechsel des Produktionsverfahrens zur Vermeidung von CO₂ als Beitrag zur Klimaneutralität
- **Sozial gestaltet:** Aktive betriebliche Beschäftigungspolitik /Qualifizierung auf neue Produktionsroute
 - + Aktive Arbeitsmarktpolitik auch durch die EU

1. *Intensivierte unternehmerische/betriebliche Mitbestimmung in der Stahlbranche*

- **Vertrauens-Kooperation** angesichts der Risiken: Basis für die längerfristige **Akzeptanz**
- **Stärkung der betrieblichen Interessenvertretung** auf der Basis der Montan-Mitbestimmung:
 - * Umfassende Informations- und laufende Berichtspflicht gegenüber dem Betriebsrat
 - * Faire Beschäftigungspläne: Wegfall / neue Arbeitsplätze (auch nach Unfallrisiken) / zwei Beschäftigungslinien in der Transformationsphase
Einwerbung von Fachkräften
 - * Spezielle **Qualifizierungsprogramme** für die neuen Jobs in der Stahlindustrie
 - * Aktiver Einsatz des **Wirtschaftsausschusses** (vor allem bei Personalplanung)
 - * Einrichtung eines **Strategieausschusses „Dekarbonisierung“**

Übergreifend:

- * Zur Abstimmung: Bundesweite Transformationskommission (Forderung der IG Metall)
- * Klauseln für Transformation im Tarifvertrag ... Transformationstarifverträge

2. Ein **neues Geschäftsmodell für Unternehmen** mit dem unterstützenden Staat (ohne Verstaatlichung / mit staatlicher Beteiligung?) Beispiel SZ AG Land Niedersachsen mit 26,5%
Staat beteiligt sich durch Kofinanzierung am gesellschaftlichen Ziel Klimaneutralität
Gezielte bundesstaatliche Finanzhilfen für die deutsche Stahlindustrie:

Derzeitiger Stand der Finanzhilfen für die Transformation

Subventionen (davon 30% Land): Saarstahl AG 2,6 Mrd. € / Thyssen-Krupp 2 Mrd. € / Salzgitter 2 Mrd. €
(nicht angenommen durch ArcelorMittal-Europe 1,3 Mrd. € (+250 Mio. € durch das Land Bremen)
Differenz zu Staatshilfen: **Eigenbeitrag des Unternehmens!**

Klimaschutzverträge: Staat beteiligt sich an höheren Investitionskosten durch Transformation.

3. Wissenschaftlicher Beratungsbedarf:

Gestaltung der Arbeitsbeziehungen im Prozess der „schöpferischen Zerstörung“

- * Befassung im Transformationsrat
- * Wissenschaftliche Begleitung

4. Das Zeitdilemma:

1. Der Planungshorizont für Mega-Transformation über 10 Jahre

Mit Plankorrekturen:

- * Fehlender Wasserstoff / Verlängerungen / Übergangstechniken (Gas)
- * Lieferprobleme / kostentreibende Preissteigerungen
- * Zeitverluste beim zum Laufen bringen der Anlagen

Konjunkturelle Abhängigkeit der Finanzierung der Transformation der Stahlbranche:
Aktuelle Erlöskrise belastet Finanzierung des Eigenbeitrags zu den Transformationskosten

2. Planungszeitraum der Politik kürzer (Wahlperioden mit Regierungs- und Positionswechsel weichen vom unternehmerischen Planungshorizont ab.

Aktuell zeichnet sich - noch diffus - ein energiepolitischer Paradigmenwechsel ab:
Zurück zum Einsatz von Gas, denn Wasserstoffausbau (etwa Pipeline über 9.000 km derzeit höchst unsicher)

Meldung vom 29.10.2025: Bundesrechnungshof erklärt „Nationale Wasserstoffstrategie“ für gescheitert!

Politische Aussagen zur Fortsetzung durch die Bundes- Landesregierungen + EU!

Forderung: Ein gut vorbereiteter Stahlgipfel mit Antworten auf die Fragen: Wie kann / muss es weitergehen?