



SHS - STAHL-HOLDING-SAAR

SHS – Stahl-Holding-Saar GmbH & Co. KGaA
Rouven Winter (SHS-Energie und Medien)
Werkstraße 1
66763 Dillingen/Saar

01. März 2024

CO₂-Fachbeitrag
zu den Bebauungsplanverfahren
„Sondergebiet CO₂-arme Stahlproduktion“
in Dillingen/Saar und in Saarlouis

Inhaltsverzeichnis

1.	Kurzzusammenfassung	3
2.	Kontext der Bauleitplanverfahren: Dekarbonisierung der Stahlherstellung	3
2.1	Vorgaben des europäischen Klimaschutzes als Grundlage interkommunal abgestimmter Bauleitplanungen der Städte Dillingen und Saarlouis	3
2.2	Bauplanungsrechtliche Sicherung des Transformationsprozesses und Vereinbarungen zur interkommunalen Zusammenarbeit der Städte Dillingen und Saarlouis für ein standörtlich übergreifendes Plankonzept	5
2.3	Berücksichtigung der Planungs- und Umweltbelange des BauGB für das jeweilige Gemeindegebiet und im übergreifenden Zusammenhang	9
3.	Rechtsgrundlagen	10
3.1	Bauplanungsrecht	10
3.2	Bundes- und Landesklimaschutzgesetze	11
4.	Stahlproduktion heute und in der Zukunft	11
4.1	Hochofen/Konverter-Route	12
4.2	DRI/EAF-Route	12
5.	Klimarelevanz der Aufstellung der Bebauungspläne	13
5.1	Rechtlich geforderter Ermittlungsmaßstab	14
5.2	Datengrundlage	14
5.3	Basisszenario: Aktuelle Treibhausgasbilanz des Dillinger Hüttenstandortes	15
5.3.1	Plangebiet	15
5.3.2	Umspannanlage Prims	17
5.3.3	Direkte Treibhausgasemissionen aus emissionshandelspflichtigen Industrieanlagen	17
5.3.4	Indirekte CO ₂ -Emissionen aus der Erzeugung fremdbezogenen Stroms	21
5.3.5	Weitere dem Hüttenwerk zurechenbare Treibhausgasemissionen	22
5.4	Entwicklung der Treibhausgasemissionen bei Nichtdurchführung der Planung	23
5.5	Entwicklung der Treibhausgasemissionen bei Durchführung der Planung	24
5.5.1	Möglicher Umgang mit verbleibenden CO ₂ -Mengen	29
6.	Vereinbarkeit mit den Klimazielen	30
6.1	Zielvorgaben des Klimaschutzgesetzes des Bundes (KSG)	30
6.2	Zielvorgaben des saarländischen Klimaschutzgesetzes (SKSG)	31
6.3	Auswirkung der Bauleitplanung auf die Erreichung der Klimaschutzziele	31

1. Kurzzusammenfassung

Die Klimaschutzgesetze des Bundes und des Saarlands sehen die Erreichung der Netto-Treibhausgasneutralität bis spätestens 2045 vor. Auch die Bauleitplanung ist nach § 1 Abs. 5 S. 2 BauGB verpflichtet, den Klimaschutz zu fördern. Das Dillinger Hüttenwerk ist bisher einer der größten industriellen Verursacher von CO₂-Emissionen in Deutschland. Im Durchschnitt des Zeitraums 2013 bis 2022 wurden hier aus den in den Anwendungsbereich des europäischen Emissionshandels fallenden Anlagen jährlich ca. 7,137 Mio. Tonnen CO₂ (darunter u.a. eine Kokerei, eine Sinteranlage, Hochöfen und Sauerstoffkonverter im Stahlwerk) in die Atmosphäre freigesetzt. Die Kreisstadt Saarlouis und die Stadt Dillingen möchten die planerischen Voraussetzungen dafür schaffen, diese traditionelle Form der Rohstahlherstellung über die Koks-Hochofen-Route durch eine mit Wasserstoff betriebene Direkt-Reduktions-Anlage (DRI-Anlage) zur Herstellung von Eisenschwamm (DRI) und einen mit elektrischem Strom betriebenen Elektrolichtbogen zur Herstellung von Rohstahl zu ersetzen, um zukünftig im Dillinger Hüttenwerk eine CO₂-arme Stahlherstellung betreiben und die mit der Stahlindustrie regional verbundenen Arbeitsplätze erhalten zu können. Bei Verwirklichung der Planung ist es möglich, die Entstehung von CO₂ bei der Herstellung von Rohstahl am Dillinger Hüttenstandort mengenmäßig erheblich zu reduzieren. Selbst bereits ein nicht zu erwartender ausschließlicher Einsatz von Erdgas in der DRI-Anlage sowie ein ebenso nicht zu erwartender ausschließlicher Einsatz von DRI ohne Schrottanteil im Elektrolichtbogenofen hätte eine Reduzierung des spezifischen Emissionsfaktors bei der Herstellung von Rohstahl von bisher 1.629,20 kg CO₂ pro Tonne Rohstahl auf zukünftig 690,55 kg CO₂ pro Tonne Rohstahl zur Folge. Weitergehende Minderungen sind zu erwarten, da zukünftig in den neuen Anlagen der Stahlindustrie vermehrt Wasserstoff sowie Schrott zum Einsatz kommen soll. Bereits bei einem Schrotteinsatz von 20 % im Elektrolichtbogenofen, der mit dem heutigen Einsatzverhältnis im Sauerstoffkonverter des Dillinger Hüttenwerks vergleichbar ist, reduziert sich die spezifische Emission auf 577,13 kg CO₂ pro Tonne Rohstahl, bei ausschließlichem Erdgaseinsatz in der Direkt-Reduktions-Anlage. Verfahrenstechnisch unvermeidbar wird indes auch in den von der Planung ermöglichten Anlagen immer CO₂ bei der Rohstahlherstellung entstehen. Bei einem ausschließlichen Wasserstoffeinsatz und einer ausschließlichen Verwendung von DRI im Elektrolichtbogenofen könnte aber ein Emissionswert von 56,79 kg CO₂ pro Tonne Rohstahl erreicht werden; mit weitergehenden Minderungsmöglichkeiten bei Einsatz auch von Schrott. Aus heutiger Sicht ist es wahrscheinlich, dass verbleibende Restmengen von CO₂ ab Mitte des Jahrhunderts wegen des Einsatzes von technischen Lösungen der Abscheidung und Speicherung (CCS) bzw. stofflichen Nutzung (CCU) von CO₂ nicht mehr in die Atmosphäre freigesetzt werden.

2. Kontext der Bauleitplanverfahren: Dekarbonisierung der Stahlherstellung

2.1 Vorgaben des europäischen Klimaschutzes als Grundlage interkommunal abgestimmter Bauleitplanungen der Städte Dillingen und Saarlouis

Die Städte Dillingen und Saarlouis sind seit über 300 Jahren Standortgemeinden für die Stahlindustrie, die bis heute Grundlage für den kommunalen Wohlstand und die Sicherung mehrerer Tausend Arbeitsplätze ist. An dieser industriellen Schwerpunkttradition wollen beide Städte festhalten. Durch den Einsatz von Koks im Hochofen entstehen große Mengen an

Kohlenstoffdioxidemissionen. Dies bedeutet im Zeitalter des Klimawandels und der zu seiner Bekämpfung bzw. Anpassung gebotenen Maßnahmen, die sich auch in gesetzlichen Planungs- und Berücksichtigungspflichten (etwa § 13 KSG, § 1 Abs. 5 BauGB) niedergeschlagen haben, eine notwendige Transformation der industriellen Herstellungsprozesse zur CO₂-Neutralität auch im Stahlbereich. Die Städte stellen sich den damit verbundenen Herausforderungen und wollen ihrer entsprechenden Verantwortung gerecht werden. Zu diesem Zweck planen sie eine städtebauliche Weiterentwicklung in ihrem jeweiligen Stadtgebiet, um eine Transformation der ansässigen Stahlindustrie zu ermöglichen.

Damit wollen die Städte zugleich einen Beitrag zur Fortentwicklung und Profilierung gewerblich-industrieller Technologiestandorte im System landesweiter und kommunaler Flächenangebote leisten. Die Standortattraktivität in der Saar-Lor-Lux-Region soll damit erhöht werden. Zugleich wird dadurch die Energiewende in der Industrie als wesentliches Element des globalen Klimaschutzes und der regionalen Klimaanpassung auch in Verantwortung gegenüber künftigen Generationen gefördert.

Darüber hinaus sind die Städte im Rahmen ihrer städtebaulichen Ordnung insbesondere auch der Umweltvorsorge verpflichtet. Dem kommen sie u.a. durch die Gliederung und Gestaltung ihrer Plangebiete (diese zusammengefasst im Folgenden auch Projektgebiet genannt) unter Berücksichtigung der Nähe zu besonders schützenswerten Siedlungsteilen mit spezifischen Regelungen zur Bewältigung einer bestehenden Gemengelage nach.

Hintergrund dieser industriellen Transformationsnotwendigkeit ist folgender klimaschutzrechtlicher Rahmen: Auf Basis des Übereinkommens von Paris wurden im europäischen Klimagesetz (Verordnung (EU) 2021/1119) die Klimaschutzziele der Union festgelegt. Danach gilt als verbindliche Klimazieltvorgabe bis 2030 die Senkung der Nettotreibhausgasemissionen der Union um mindestens 55 % gegenüber dem Stand von 1990. Die Klimaneutralität der Union soll bis 2050 erreicht werden. Mit dem deutschen Klimaschutzgesetz wurden noch ambitioniertere nationale Klimaschutzziele festgelegt.

Das Bundesklimaschutzgesetz (KSG) vom 12. Dezember 2019 (BGBl. I S. 2513), zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 18. August 2021 (BGBl. I S. 3905), verpflichtet Deutschland unter Berücksichtigung internationaler Vereinbarungen (vornehmlich Pariser Klimaabkommen et al) auf einen verbindlichen Pfad zur THG-Neutralität, der alle Wirtschaftsbereiche, das Verkehrswesen und den Wohnungsbestand bzw. das Siedlungswesen umfasst. Gleichmaßen sieht das Saarländische Klimaschutzgesetz (SKSG) vom 12. Juli 2023 (Amtsblatt I 2023, 620) die Erreichung von Netto-Treibhausgasneutralität bis 2045 vor.

Mit Beschluss des Bundesverfassungsgerichtes vom 24. März 2021 (Az.: 1 BvR 2656/18) hat das Gericht Bundestag und Bundesregierung verpflichtet, aktiv dem Klimawandel vorzubeugen, so dass es in Zukunft nicht zu unverhältnismäßigen Einschränkungen der Freiheitsgrundrechte der heute jüngeren Menschen kommt. Mit dem KSG begegnet die Bundesrepublik den besonderen Herausforderungen, die mit dem Klimawandel verbunden sind. Für die Bauleitplanung ist die Verpflichtung zur Förderung des Klimaschutzes in § 1 Abs. 5 Satz 2 BauGB normiert.

Die AG der Dillinger Hüttenwerke (im Folgenden Dillinger Hütte oder Vorhabenträgerin) betreibt ein Hüttenwerk, dessen in über 300 Jahren gewachsenes Werkareal in den Gemeindegebieten von Dillingen und von Saarlouis liegt. Das Werk ist der einzige Produktionsstandort von Roheisen im Saarland. In den Hochöfen auf dem Werksgelände werden jährlich bis zu 5 Mio. t Roheisen produziert; davon werden etwa 2,5 Mio. t im Stahlwerk der AG zu Rohstahl veredelt.

Sie will vor dem eingangs geschilderten Hintergrund die notwendige Transformation einleiten. Ziel ist es, die Treibhausgasemissionen der Stahlproduktion in der Region bis 2030 um bis zu 55 % und bis 2045 um bis zu 80 % zu reduzieren, um damit einen wesentlichen Beitrag zur Erreichung der europäischen und nationalen Klimaschutzziele zu leisten. Im Rahmen dieser Dekarbonisierung sollen die produzierten Stahlmengen und Stahlqualitäten möglichst gleich bleiben, um Wettbewerbsfähigkeit und Arbeitsplätze im Saarland zu erhalten und weiterzuentwickeln. Zur Zielerreichung ist die Errichtung neuer Anlagentechnik, insbesondere durch eine Direktreduktionsanlage (DRI) und einen Elektrolichtbogenofen (EAF) mit dazugehörigen Neben- und Infrastruktureinrichtungen, mit einem Investitionsvolumen von insgesamt ca. 3,5 Mrd. EUR erforderlich.

Die entsprechende CO₂-arme Stahlproduktion soll im unmittelbaren Anschluss an das bestehende Werk durch Erweiterungen im Osten und Süden errichtet und betrieben werden. Die Flächen stehen im Eigentum der Dillinger Hütte. Von ihrer Lage und Dimension her sind sie geeignet, die geplanten neuen Anlagen aufzunehmen. Die beiden Städte Dillingen und Saarlouis haben sich – im Einklang mit den Zielen der Hütte – entschlossen, die aus städtebaulichen Gründen erforderliche Transformation durch Einleitung der notwendigen bauleitplanerischen Verfahren zur Überplanung dieser Flächen zu ermöglichen.

2.2 Bauplanungsrechtliche Sicherung des Transformationsprozesses und Vereinbarungen zur interkommunalen Zusammenarbeit der Städte Dillingen und Saarlouis für ein standörtlich übergreifendes Plankonzept

Zur bauplanungsrechtlichen Sicherung des Transformationsprozesses der Dillinger Hütte hin zu „grünem Stahl“ („CO₂-arme Stahlproduktion“) auf den Gemarkungen Dillingen und Diefflen sowie Roden bedarf es der Aufstellung je eines Bebauungsplans für einen räumlichen Geltungsbereich von ca. 26 ha im Stadtgebiet von Dillingen und eines inhaltlich weitgehend korrespondierenden und interkommunal abgestimmten Plans im Stadtgebiet von Saarlouis in der Größenordnung von ca. 20 ha.

Die Plangebiete befinden sich auf dem gemeindegebietsübergreifenden Betriebsgelände der Dillinger Hütte in Verlängerung der bestehenden Hallen des Stahlwerks nach Osten. Der westliche Teil liegt im Bereich der Gemarkung Dillingen Flur 2 und der östliche Teil im Bereich der Gemarkung Diefflen Flur 8 und 9. Weitere Teile liegen auf dem Gemeindegebiet von Saarlouis in der Gemarkung Roden Flur 1.

Das Projektgebiet hinsichtlich beider Bebauungspläne wird im Norden räumlich durch das bestehende Grobblechwalzwerk II und die Prims sowie im Westen durch das bestehende LD-Stahlwerk der AG der Dillinger Hüttenwerke begrenzt. Südlich grenzt die Schlackenhalde der Dillinger Hütte, das von der Backes AG genutzte Gelände sowie das Gelände der Ford-Werke GmbH GmbH

Saarlouis an. Im nord- und südöstlichen Bereich reicht das Projektgebiet etwas über den vollbetonierten Entwässerungsgraben der Ford-Werke GmbH („Fordgraben“) hinaus.

Insgesamt ist das Projektgebiet westlich und südlich von gewerblich-industriellen Nutzungen umgeben. In östlicher Richtung finden sich aktuell unbebaute Flächen in der direkten Umgebung des Vorhabens. Allerdings beabsichtigt die Amprion GmbH auf weiter östlich gelegenen Flächen außerhalb des Werksgeländes eine neue Umspannanlage zu errichten. Nördlich des Werksgeländes und des Projektgebiets befindet sich Wohnnutzung, teils als allgemeines, teils als reines Wohngebiet.

Die Flächen im Projektgebiet befinden sich mit Ausnahme einer Teilfläche der DB Netz AG (Kreisstadt Saarlouis) im privaten Eigentum der Dillinger Hütte. Der Standort für das geplante Transformationsvorhaben ist werksintern östlich und südlich der Bestandsanlagen günstig gelegen.

Die Sicherung bzw. Ausrichtung auf eine umweltfreundliche CO₂-arme Stahlproduktion ist ein vorrangiges Ziel der Stadtentwicklung beider Städte. Durch die Produktionsumstellung sollen bis 2030 über die Hälfte und bis 2045 bis zu 80 % der CO₂-Emissionen der Dillinger Hütte reduziert werden. Somit trägt die Dillinger Hütte zu einem maßgeblichen Anteil zur Erreichung der bundesdeutschen Klimaschutzziele mit aktiven Klimaschutzmaßnahmen bei. Zum anderen sind positive Auswirkungen auf die lokalen Umweltmedien zu erwarten. Die Stadt Dillingen und die Kreisstadt Saarlouis wollen sich auch künftig als attraktive Wirtschafts- und Industriestandorte weiterentwickeln.

Zur Sicherung bzw. Ausrichtung der bestehenden Stahlproduktion auf eine umweltfreundliche CO₂-arme Stahlproduktion ist eine Ergänzung der bestehenden Anlagen direkt am Standort erforderlich, um eine direkte Verbindung zu den bestehenden Anlagen unter Berücksichtigung möglichst kurzer Wege und damit möglichst geringer ergänzender Infrastrukturmaßnahmen zur gewährleisten.

Die Umsetzung der geplanten Anlagen an einem anderen Standort würde deutlich mehr Fläche in Anspruch nehmen, da aufgrund der Entfernung zu den Bestandsanlagen zusätzliche bauliche Anlagen und Infrastrukturmaßnahmen erforderlich wären. Dies würde entsprechend mit einer deutlich größeren Flächeninanspruchnahme einhergehen und scheidet daher als Alternative im Sinne eines sparsamen Umgangs mit Grund und Boden gemäß § 1a Abs. 2 S. 1 BauGB aus. Im Gebiet der beiden Städte gibt es keine anderen verfügbaren Flächen, die eine auch nur ansatzweise vergleichbare Standorteignung besitzen.

Des Weiteren entsteht bei der gewählten Produktionsart am Ende der Direktreduktionsanlage metallisches Eisen (DRI) in einer schwammartigen, sehr porösen Struktur. Dieses DRI (auch Eisenschwamm genannt) wird mit Temperaturen von über 600°C aus dem Schachtofen ausgetragen. In dieser Form ist das Material pyrophor. Das heißt, das Material oxidiert bei Kontakt mit der Luft und entzündet sich dabei aufgrund der starken Hitzeentwicklung. Aus diesem Grund bestehen erhebliche Anforderungen beim Transport und der Lagerung des Eisenschwamms. Durch den direkten Anschluss der DRI-Anlage am Standort Dillingen entfällt ein weiterer Transport der Stoffe. Ein weiterer Vorteil der Standortnähe ist ein möglicher Heißtransport des Eisenschwamms. Dies ist eine

strom- und elektrodenarme Variante, die neben einer Senkung der Kosten auch eine Senkung der Emissionen bewirkt.

Gem. Art 28 GG obliegt die kommunale Bauleitplanung den Gemeinden. Wegen der Lage des Projektgebietes auf den Gemeindegebieten der benachbarten Städte Dillingen und Saarlouis ist die Aufstellung von zwei Bebauungsplänen gem. §§ 8 ff. BauGB mit hoher inhaltlicher Verknüpfung im Sinne eines übergreifenden gemeinsamen Plankonzeptes in zeitlich und inhaltlich abgestimmten Verfahrensgängen erforderlich. Für den Bereich Dillingen existiert derzeit kein Bebauungsplan. Aktuell beurteilt sich dort die planungsrechtliche Zulässigkeit im westlichen Teil nach § 34 BauGB (unbeplanter Innenbereich), im östlichen Bereich nach § 35 BauGB (Außenbereich). Die im Projektgebiet insgesamt geplante „CO₂-arme Stahlproduktion“ ist deshalb auf den bisherigen planungsrechtlichen Grundlagen nicht vollständig zulässig; es bedarf vielmehr der Aufstellung eines qualifizierten Bebauungsplans gem. § 30 Abs. 1 BauGB.

Für den Bereich der Kreisstadt Saarlouis existiert der rechtsgültige Bebauungsplan "Industriegebiet Saarlouis-Roden" in der 3. Änderung von 7. Oktober 1971 mit Festsetzungen zur Ausweisung eines Industriegebietes gem. § 9 BauNVO. Diese Festsetzungen sind indes nicht vollständig geeignet, die städtebaulichen Ziele der Kreisstadt Saarlouis unter Berücksichtigung des Transformationsvorhabens der Hütte abzubilden. Insoweit besteht für diesen Bereich die Notwendigkeit, ein Änderungsverfahren gem. § 1 Abs. 8 BauGB des Bebauungsplans hinsichtlich Geltungsbereich, Art und Maß der baulichen Nutzung sowie sonstiger Festsetzungen durchzuführen.

Zugleich ist in beiden Städten jeweils auch der Flächennutzungsplan gem. § 8 Abs. 3 BauGB im Parallelverfahren an die Planungskonzeption der Städte – Darstellung von Sonderbauflächen – anzupassen.

Die städtebauliche Erforderlichkeit gemäß § 1 Abs. 3 BauGB ist für beide Gebietskörperschaften gegeben; angesichts ihrer städtebaulichen Ziele sind die Bauleitpläne vernünftigerweise geboten. Sie sind mit Blick auf die spätere Vorhabenrealisierung auch vollzugsfähig. Nach gegenwärtigem Kenntnisstand gibt es in Bezug auf alle zu berücksichtigenden Schutzgüter keine unüberwindlichen Hindernisse, die einer Bauleitplanung entgegenstehen könnten. Durch das bisherige Anlagen-Layout (siehe Vorhabenbeschreibung), das als Orientierung für eine zukünftige Nutzung dient aber nicht verbindlich ist, wird zudem deutlich, dass die städtebauliche Konzeption einer „CO₂-armen Stahlproduktion“ auf dem vorgesehenen Gelände auch realisierungsfähig ist.

Die Bauleitplanung der beiden Städte berücksichtigt insoweit die technische Anlagenkonzeption der Dillinger Hütte dahingehend, dass wesentliche Prinzipien typologisch städtebaulich durch den Festsetzungskatalog der Bauleitplanung allgemeinverbindlich getroffen werden. Es handelt sich bei den beiden beabsichtigten Bebauungsplänen jeweils um einen projektbezogenen Angebotsbebauungsplan. Die Dillinger Hütte hat keinen Antrag auf Einleitung eines vorhabenbezogenen Bebauungsplanverfahrens gestellt. Die Bildung eines Planungsverbandes gem. § 205 BauGB scheidet aufgrund von Praktikabilitäts- und Effizienzgründen ebenfalls aus. Aufgrund der Dringlichkeit der Umsetzung des Transformationsprozesses hätten die dafür notwendigen Schritte auch

nicht in der zur Verfügung stehenden Zeit geleistet werden können. Ein Planungsverband ist mangels eines „gemeinsamen Bebauungsplans“ hier rechtlich auch nicht geboten.

Die jeweilige kommunale Bauleitplanung ihrerseits bildet die planungsrechtliche Grundlage für Zulassungsentscheidungen einzelner Anlagen, Bauten und Einrichtungen gem. BImSchG oder WHG.

Die Stadt Dillingen und die Kreisstadt Saarlouis haben sich zur Sicherstellung einer gemeindegebietsübergreifenden gesamthaften Entwicklung regelmäßig über die Planungserfordernisse und Vorgehensweisen abgestimmt. Das betrifft sowohl die bebauungsplanungsrechtlichen zeichnerischen wie textlichen Festsetzungen als auch flächennutzungsplanrechtliche Darstellungen. Den beiden Städten ist bewusst, dass sich das Transformationsvorhaben der Dillinger Hütte nur durch eine übergreifende, interkommunal eng verzahnte und inhaltlich wie verfahrensrechtlich abgestimmte Planung realisieren lässt, auch wenn dies durch rechtlich eigenständige Bauleitplanungen erfolgt. Die zwischen den beiden plangebenden Städten vereinbarte bauplanungs- und verfahrensrechtliche Konzeption umfasst:

Bereich Stadt Dillingen:

A 6. Teiländerung des Flächennutzungsplanes

- *Planungsziel der 6. Teiländerung des Flächennutzungsplanes im Geltungsbereich des Bebauungsplanes Nr. 76 „Sondergebiet CO2-arme Stahlproduktion“ ist gem. § 5 Abs. 1 Nr. 1 BauGB i.V.m. § 1 Abs. 1 Nr. 4 BauNVO die Darstellung von „Sonderbauflächen“.*

B Aufstellung des Bebauungsplans Nr. 76 „Sondergebiet CO2- arme Stahlproduktion“

- *Planungsziel der Aufstellung des Bebauungsplanes Nr. 76 „Sondergebiet CO2-arme Stahlproduktion“ ist gem. § 9 Abs. 1 Nr. 1 BauGB i.V.m. § 1 Abs. 2 Nr. 12 und § 11 BauNVO die Festsetzung eines Sonstigen Sondergebietes.*

Bereich Kreisstadt Saarlouis:

A Flächennutzungsplan-Änderung im Bereich „Sondergebiet CO2-arme Stahlproduktion“

- *Planungsziel der Teiländerung des Flächennutzungsplanes „Sondergebiet CO2-arme Stahlproduktion“ ist gem. § 5 Abs. 1 Nr. 1 BauGB i.V.m. § 1 Abs. 1 Nr. 4 BauNVO die Darstellung von „Sonderbauflächen“.*

B Aufstellung des Bebauungsplanes „Sondergebiet CO2- arme Stahlproduktion“ als Änderung Nr. 7 des Bebauungsplanes „Industriegebiet Saarlouis-Roden“

- *Planungsziel der Aufstellung des Bebauungsplanes „Sondergebiet CO2-arme Stahlproduktion“ ist gem. § 9 Abs. 1 Nr. 1 BauGB i.V.m. § 1 Abs. 2 Nr. 12 und § 11 BauNVO die Festsetzung eines Sonstigen Sondergebietes.*

2.3 Berücksichtigung der Planungs- und Umweltbelange des BauGB für das jeweilige Gemeindegebiet und im übergreifenden Zusammenhang

§ 1 Abs. 6 BauGB benennt die bei der Aufstellung der Bauleitpläne zu berücksichtigenden Belange. Deren Ermittlung und Begutachtung erfolgt im Rahmen von getrennten Bauleitplanverfahren der Stadt Dillingen und der Kreisstadt Saarlouis. Anlass der Bauleitplanungen ist die übergreifende städtebauliche Zielsetzung, die jeweiligen planerischen Voraussetzungen für eine Transformation der saarländischen Stahlindustrie am „Verbundstandort Dillingen / Saarlouis“ hingehend zu einer kohlenstoffdioxidarmen Produktionsweise zu schaffen und hierdurch einen Beitrag zur Verwirklichung der auch landesplanerischen Leitvorstellung eines umfassenden Klimaschutzes zu leisten. Landesplanerische Leitvorstellung im Sinne des saarländischen Klimaschutzgesetzes ist es, bis zum Jahr 2030 den Ausstoß der Treibhausgase um 55 Prozent zu mindern und bis zum Jahr 2045 Klima-Neutralität zu erreichen. Die Minderungsbeiträge aus dem europäischen System für den Handel mit Treibhausgas-Emissionszertifikaten finden dabei entsprechende Berücksichtigung.

Die Bauleitplanung berücksichtigt in diesem Zusammenhang auch die Belange der Wirtschaft und der Erhaltung, Sicherung und Schaffung von Arbeitsplätzen im Saarland. Hierzu sollen Flächen, die unmittelbar an das bestehende Hüttenwerk in Dillingen angrenzen, als Sondergebiete für die CO₂-arme Stahlproduktion ausgewiesen werden. Hierbei wird dem Prinzip gefolgt, einen Ausschnitt aus der Gesamtheit industrieller Nutzungen in Form einer „CO₂-armen Stahlproduktion“ festzusetzen.

Insbesondere durch Festsetzungen zum zulässigen Maß der Nutzung und mit weiteren Festsetzungen wird planerisch u.a. gesteuert, an welcher Stelle des Projektgebiets eine Direktreduktionsanlage, die je nach Anlagentechnik eine Höhe von bis zu 160 m aufweisen kann, errichtet werden darf. Im Weiteren werden maximale Bauhöhen in einem geschichteten Höhenkonzept von bis zu 100 m als zulässig geplant. Dies dient der städtebaulichen Ordnung und Umweltgesichtspunkten.

Zur Deckung des Platzbedarfs neuer Anlagen für die CO₂-arme Stahlproduktion soll planerisch vor allem eine bislang nichtversiegelte Außenbereichsfläche in Anspruch genommen werden. Die vorgesehene Festsetzung von Grundflächenzahlen ermöglicht es, für eine CO₂-arme Stahlproduktion erforderliche Anlagen auf den durch den Vorhabenbereich umfassten Flächen errichten zu können.

Die äußere (öffentliche) verkehrliche Erschließung des Projektgebiets soll über die Bundesstraße B269 und die Zufahrtstraße „Beim Umspannwerk“ – im Gemeindegebiet Saarwellingen – erreicht werden. Hierzu bedarf es sowohl der Abstimmung beider plangebenden Städte mit der Gemeinde Saarwellingen als auch einer bilateralen Vereinbarung zwischen Dillingen und Saarlouis, da die äußere Erschließung des Plangebiets Dillingen nur über das Gemeindegebiet der Kreisstadt Saarlouis möglich ist. Die entsprechenden Abstimmungen sind eingeleitet worden. Zudem besteht ein Industriegleisanschluss an das Gleissystem der Deutschen Bahn AG. Die (betriebliche) innere Erschließung des Projektgebiets soll über Werksstraßen und -gleisanlagen erfolgen.

Die technische Erschließung des Projektgebiets mit elektrischer Energie und mit Erdgas soll über neu zu errichtende (betriebliche) Versorgungsanlagen und deren Anbindung an im Umfeld des Projektgebiets vorhandene bzw. neu zu schaffende Übertragungsnetze gewährleistet werden.

Dazu zählt insbesondere das gesondert zu genehmigende, in seinen voraussichtlichen Umweltauswirkungen aber bereits in den hiesigen Bauleitplanverfahren mitberücksichtigte Projekt der Amprion GmbH für ein neues Umspannwerk „Prims“ östlich des Hüttengeländes. Die Versorgung des Projektgebiets mit Wasser für die Zwecke des Betriebs und der Kühlung von Produktionsanlagen soll über eine neu zu errichtende Wasserentnahme aus der Saar erfolgen. Niederschlags- und gereinigte Abwässer sollen, soweit möglich, über bestehende Entwässerungssysteme, im Übrigen über eine neue Einleitstelle in die Prims eingeleitet werden.

Die in diesem Zusammenhang erstellten Fachgutachten, Planungen und Begutachtungen betrachten in ihren Bestandsaufnahmen, Analysen und Konzepten jeweils das gesamte Projektgebiet, also die in Rede stehenden Geltungsbereiche der beiden Bauleitpläne der Stadt Dillingen und der Kreisstadt Saarlouis in einem Umfang von insgesamt rund 46 ha. Mit Blick auf berücksichtigungsbedürftige erhebliche Umweltauswirkungen werden zudem alle relevanten Einwirkungsräume und Bestandsflächen im Umfeld beider Bebauungsplangebiete erfasst. Etwaige Vorbelastungen der Schutzgüter werden, soweit maßgeblich, ebenfalls berücksichtigt. Für alle Untersuchungen ist jeweils ein „Größter Anzunehmender Planfall“ (GAP) nach Maßgabe realistischer, konservativ abdeckender Worst-Case-Nutzungsszenarien definiert worden.

Gemäß § 9 BauGB werden zu treffende Festsetzungen jeweils für das zugrunde liegende kommunale Plangebiet getrennt – gleichwohl in enger inhaltlicher Abstimmung – in den Bebauungsplänen für die Stadt Dillingen und die Kreisstadt Saarlouis getroffen. Die Ermittlung, Beschreibung und Bewertung der umweltrelevanten einzelnen Schutzgüter sowie deren Wechselwirkungen untereinander sind gem. §§ 1 Abs. 6 Nr. 7, 1a, 2 Abs. 4 und 2a BauGB inkl. zugehöriger Anlage im Umweltbericht transparent und in ihrer Gesamtheit dargestellt. Diese Vorschriften bestimmen umfassend die Belange des Umweltschutzes als Gegenstand der Umweltprüfung, in welcher die voraussichtlichen erheblichen Umweltauswirkungen ermittelt und in einem Umweltbericht beschrieben und bewertet werden.

3. Rechtsgrundlagen

Im Hinblick auf den Belang des Schutzes des globalen Klimas sind in Bauleitplanverfahren folgende Rechtsnormen von Relevanz:

3.1 Bauplanungsrecht

Nach § 1 Abs. 5 S. 2 BauGB soll die Bauleitplanung dazu beitragen, den Klimaschutz zu fördern. Bei der Aufstellung eines Bebauungsplanes sind die Belange des Umweltschutzes, insbesondere auch die Auswirkungen auf das Klima, zu berücksichtigen (§ 1 Abs. 6 Nr. 7 lit. a) BauGB). Den Erfordernissen des Klimaschutzes soll sowohl durch Maßnahmen, die ihm entgegenwirken, Rechnung getragen werden als auch durch solche, die der Anpassung an ihn dienen (§ 1a Abs. 5 S. 1 BauGB). Dies ist gem. § 1a Abs. 5 S. 2 BauGB in der Abwägung nach § 1 Abs. 7 BauGB zu berücksichtigen. Nach Anlage 1 des BauGB muss der Umweltbericht nach § 2 Abs. 4 und § 2a S. 2 Nr. 2 BauGB prognostische Angaben zu den Auswirkungen der geplanten Vorhaben auf das Klima enthalten, zum Beispiel Art und Ausmaß der Treibhausgasemissionen.

3.2 Bundes- und Landesklimaschutzgesetze

§ 13 Abs. 1 S. 1 des Klimaschutzgesetzes des Bundes (KSG) sieht vor, dass die Träger öffentlicher Aufgaben bei ihren Planungen und Entscheidungen den Zweck des Gesetzes und die zu seiner Erfüllung festgelegten Ziele zu berücksichtigen haben. Zweck des Klimaschutzgesetzes ist es nach § 1 KSG, zum Schutz vor den Auswirkungen des weltweiten Klimawandels die Erfüllung der nationalen Klimaschutzziele sowie die Einhaltung der europäischen Zielvorgaben zu gewährleisten. Die ökologischen, sozialen und ökonomischen Folgen sollen dabei berücksichtigt werden. Grundlage hierfür bildet die Verpflichtung nach dem Übereinkommen von Paris aufgrund der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen. Danach ist der Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur auf deutlich unter 2 Grad Celsius und möglichst auf 1,5 Grad Celsius gegenüber dem vorindustriellen Niveau zu begrenzen, um die Auswirkungen des weltweiten Klimawandels so gering wie möglich zu halten.

Die nationalen Klimaschutzziele sehen vor Treibhausgasemissionen im Vergleich zum Jahr 1990 schrittweise bis zum Jahr 2023 um mindestens 65 Prozent und bis zum Jahr 2040 um mindestens 88 Prozent zu mindern (§ 3 Abs. 1 KSG). Bis zum Jahr 2045 sollen die Treibhausgasemissionen so weit gemindert werden, dass Netto-Treibhausgasneutralität erreicht wird. Nach dem Jahr 2050 sollen negative Treibhausgasemissionen erreicht werden (§ 3 Abs. 2 KSG). Die Möglichkeit, die nationalen Klimaschutzziele teilweise im Rahmen von staatenübergreifenden Mechanismen zur Minderung von Treibhausgasemissionen wie dem EU-Emissionshandel nach der Richtlinie 2003/87/EG zu erreichen, bleiben gem. § 3 Abs. 3 KSG unberührt.

Das saarländische Klimaschutzgesetz (SKSG) sieht ebenfalls vor, dass bis zum Jahr 2030 die Gesamtsumme der Treibhausgasemissionen im Saarland um mindestens 55 Prozent im Vergleich zu den Gesamtemissionen im Jahr 1990 gesenkt werden sollen. Bis zum Jahr 2045 soll Netto-Treibhausgasneutralität erreicht werden. Die Minderungsbeiträge aus dem EU-Emissionshandel finden dabei entsprechende Berücksichtigung (§ 4 Abs. 1 SKSG). Den öffentlichen Stellen kommt dabei eine Vorbildfunktion vor. Deswegen sind die Belange des Klimaschutzes bei allem Handeln öffentlicher Stellen zu berücksichtigen (§ 10 Abs. 2 S. 1 SKSG). Das gilt insbesondere für öffentliche Planungen (§ 10 Abs. 2 S. 2 SKSG).

4. Stahlproduktion heute und in der Zukunft

Im Saarland wird Stahl derzeit auf der traditionellen koksbasierten Hochofen/Konverter-Route hergestellt. In Dillingen werden zu diesem Zweck aktuell zwei Hochöfen betrieben, die Roheisen zur Weiterverarbeitung in den Stahlwerken in Dillingen und Völklingen produzieren. Bis 2030 soll einer der beiden Hochöfen nach den Planungen der Vorhabenträgerin ausgeblasen werden, d.h. die Roheisenerzeugung einstellen. Seine Produktion wird dann durch die Herstellung von direkt reduziertem Eisen mittels gasbasierter Direktreduktionstechnologie (DRI-Technologie; DRI= direct reduced iron) in Verbindung mit der Stahlherstellung in Elektroöfen (EAF) ersetzt. Spätestens 2045 soll auch der andere Hochofen in Dillingen außer Betrieb genommen werden. Planerische Festsetzungen hierzu sind nicht beabsichtigt. Die Nutzung der DRI/EAF-Route mit der zukünftig beabsichtigten Verwendung von Wasserstoff als Reduktionsmittel und einem (teilweisen) Schrotteinsatz

erlaubt eine Stahlherstellung, die mit einem erheblichen Rückgang der Treibhausgasemissionen gegenüber dem Einsatz von Kokskohle und Eisenerz in Hochöfen und deren vorheriger Herstellung und Aufbereitung in Kokereien und Sinteranlagen einhergeht.

4.1 Hochofen/Konverter-Route

Der derzeitige Betrieb der Hochofen/Konverter-Route in Dillingen umfasst den Betrieb von zwei Hochöfen und zwei Sauerstoffkonverter. Zudem werden in Dillingen eine Kokerei zur Herstellung von Koks und eine Sinteranlage zum Sintern von Eisenerz betrieben.

In den traditionellen Hochöfen wirkt der insbesondere aus dem Einsatz von in einer Kokerei hergestelltem Koks stammende Kohlenstoff und dessen Umwandlung zu Kohlenmonoxid als Hauptreduktionsmittel. Die Kohlenstoffatome verbinden sich im Hochofen mit den im oxidischen Eisenerz enthaltenen Sauerstoffatomen, wodurch das Eisenerz zu Roheisen reduziert wird. Es entstehen hierbei CO₂ und andere Gase (sog. Kuppelgase), deren brennbare Bestandteile energetisch u.a. in einem Kraftwerk genutzt werden und bei deren Verbrennung ebenfalls CO₂ entsteht. Andere Treibhausgase als CO₂ stoßen die Anlagen nicht aus.¹ Das im Hochofen erzeugte Roheisen ist flüssig und sammelt sich unten im Hochofen, wo es in Torpedowagen abgestochen wird. Mittels der Sauerstoffkonverter, in denen das flüssige Roheisen durch das Einblasen von Sauerstoff von dem insbesondere im Hochofenprozess aufgenommenen Kohlenstoffanteilen reduziert wird, erfolgt dann in Verbindung mit den Prozessen der Sekundärmetallurgie die Weiterverarbeitung zu Stahl, der anschließend in die gewünschten Formen gegossen und zum Endprodukt finalisiert wird. Auch diese Vorgänge resultieren in CO₂-Emissionen. Die Weiterverarbeitung zu Stahl erfolgt im Saarland neben Dillingen auch in Völklingen. Das flüssige Roheisen wird dorthin per Eisenbahn verbracht.

4.2 DRI/EAF-Route

Direktreduktionsverfahren dienen dazu, Eisenerze und andere Eisenträger wie Pellets mit Hilfe von Gasen als Reduktionsmittel zu direkt reduziertem Eisen umzuwandeln, das dann zu Stahl weiterverarbeitet werden kann. Als Reduktionsmittel kommen hierbei Gase wie Erdgas oder Wasserstoff zum Einsatz, wobei die Verwendung von Wasserstoff keine CO₂-Emissionen zur Folge hat. Zum Zeitpunkt der geplanten Inbetriebnahme der DRI-Anlage in Dillingen und in den ersten Betriebsjahren werden die verfügbaren Wasserstoffmengen noch nicht ausreichend sein, um den wesentlichen Reduktionsgas- und Heizwärmebedarf der DRI-Anlage zu decken. Daher wird zunächst ein hoher Anteil Erdgas eingesetzt werden. Parallel soll der Anschluss an das noch aufzubauende europäische Wasserstoffnetz vorangetrieben werden, um das Direktreduktionsverfahren auf Wasserstoff umstellen zu können. Auch die Errichtung eines mit grünem Strom betriebenen Elektrolyseurs im Saarland ist möglich.

¹ Vgl. das Schadstoffverbringungs- und Freisetzungsregister („Thru“) des Umweltbundesamtes, <https://thru.de/daten/betriebe-prtr/>.

In Dillingen soll nach den Vorstellungen der Vorhabenträgerin ein Schachtofenverfahren zur Anwendung kommen. Es gibt im Wesentlichen zwei Anlagentechniken, die vor Ort eingesetzt werden können, nämlich das sog. Midrex®-Verfahren und HYL EnergironZR-Verfahren. Eine Entscheidung zugunsten einer Technologie wurde von der Vorhabenträgerin noch nicht getroffen; planerische Festsetzungen hierzu sind nicht beabsichtigt. Im Schachtofen wird der Eisenträger (beispielsweise in Form von Eisenerzpellets) in festes metallisches Eisen umgewandelt. Hierzu wird der Eisenträger am oberen Ende des Schachtofens zugeführt. Während das Eisenerz durch die Schwerkraft durch den Ofen sinkt, wird es erhitzt, und der Sauerstoff wird dem Eisenerz durch gegenströmende Gase mit hohem H₂- und CO-Gehalt entzogen (Reduktion). Diese Gase reagieren mit dem Eisenoxid des Eisenerzes und wandeln es in metallisches Eisen um, wobei H₂O und CO₂ übrigbleiben.² Andere Treibhausgase als CO₂ entstehen dabei nicht. Am Boden des Schachtofens wird heißes DRI (HDRI = hot direct reduced iron) bei Temperaturen über 600° C in ausgelesen. Das DRI wird auch Eisenschwamm genannt. Es liegt beim Verlassen der DRI-Anlage in fester Form vor.

Im Anschluss wird das DRI kalt, warm oder brikettiert zusammen mit Schrott in elektrisch betriebenen Öfen (EAF) unter Zugabe von Legierungsmitteln im Lichtbogenverfahren zu Rohstahl geschmolzen. Die bis zu 3500 °C heiße Strahlungswärme des Lichtbogens, der zwischen den Elektroden des EAF entsteht, wird auf das aufgeladene Material übertragen und führt zum Aufschmelzen und zur weiteren Erwärmung des entstehenden Stahlbads. Diese Rohstahlmasse wird sodann abgestochen, gegossen und im Walzwerk zum Endprodukt weiterverarbeitet. Der Einsatz großer EAF erfordert einen unmittelbaren Anschluss an Höchstspannungsnetze zur Bereitstellung der benötigten elektrischen Energie. Die Prozesse im EAF haben durch das Abbrennen der Elektroden und den Eintrag von Kohlenstoff durch Zuschlagstoffe und Legierungsmittel die Entstehung von CO₂ zur Folge.

5. Klimarelevanz der Aufstellung der Bebauungspläne

Die Transformation der Stahlproduktion im Saarland erfordert die Aufstellung zweier Bebauungspläne in der Stadt Dillingen und der Kreisstadt Saarlouis. Hierdurch sollen nach den eigenen städtebaulichen Vorstellungen der beiden Städte die planungsrechtlichen Grundlagen für eine zukünftig CO₂-arme Stahlproduktion an dem seit Jahrhunderten bestehenden Eisen- und Stahlstandort und den Erhalt industrieller Arbeitsplätze geschaffen werden. Die Städte müssen hierbei nach den vorstehend dargestellten Vorgaben des BauGB und der Klimaschutzgesetzes des Bundes und des Saarlands die Belange des Klimaschutzes berücksichtigen und im Umweltbericht prognostische Angaben zu den Auswirkungen des geplanten Vorhabens auch auf das globale Klima machen (namentlich zu Art und Ausmaß der Treibhausgasemissionen). Sie ermöglichen durch die Ausweisung der neuen Baugebiete die Freisetzung von CO₂ in die Atmosphäre aus industriellen Tätigkeiten.

² Vgl. Midrex Process, <https://www.midrex.com/technology/midrex-process/>.

5.1 Rechtlich geforderter Ermittlungsmaßstab

Im Rahmen dieser Prognose sind nach Anlage 1 Nr. 1 lit. a), b) BauGB grundsätzlich drei Betrachtungsperspektiven einzunehmen. Zunächst hat eine Bestandsaufnahme zu erfolgen, die sich damit befasst, inwieweit das globale Klima bereits ohne die Planung im betroffenen Planungsgebiet mit dem Ausstoß von Treibhausgasen belastet ist (Basisszenario). Wegen des mit der Planung verfolgten Zwecks der Dekarbonisierung der Stahlherstellung erscheint es dabei angemessen, hierfür auf die Treibhausgasemissionen der bisherigen Form der Eisen- und Stahlherstellung des Dillinger Hüttenwerks abzustellen. Daneben ist zu untersuchen, wie sich der Zustand voraussichtlich entwickeln wird, soweit die Planung nicht durchgeführt wird. Ferner ist eine Prognose über die Entwicklung der Treibhausgasemissionen bei Durchführung der Planung anzustellen. Soweit möglich, sollen die möglichen erheblichen Auswirkungen des geplanten Vorhabens auf das Klima – zum Beispiel Art und Ausmaß der Treibhausgasemissionen – während der Bau- und Betriebsphase beschrieben werden. Zudem sind geplante Maßnahmen darzustellen, mit denen festgestellte erhebliche nachteilige Klimaauswirkungen vermieden, verhindert, verringert oder soweit möglich ausgeglichen werden sollen. Daneben fordert auch der Bundesgesetzgeber gemäß § 13 Abs. 1 S. 1 KSG von den Trägern öffentlicher Aufgaben, und somit auch von den Städten Dillingen und Saarlouis, bei ihren Planungen und Entscheidungen den Zweck des Gesetzes und die zu seiner Erfüllung festgelegten Ziele zu berücksichtigen.

Der Gesetzgeber macht den Planungsträgern bisher keine konkretisierenden Vorgaben für die Ermittlung klimarelevanter Auswirkungen oder für deren Bewertung. Es existieren auch keine Rechtsverordnungen, Verwaltungsvorschriften, Ausführungsvorschriften, Leitfäden, Handreichungen oder ähnliches, die Gemeinden im Rahmen einer Bauleitplanung für die Umsetzung ihrer Ermittlungs- und Bewertungspflichten aus BauGB und den Klimaschutzgesetzen zugrunde legen könnten. Unter Zugrundelegung der Rechtsprechung des Bundesverwaltungsgerichts ist hier generell mit Augenmaß vorzugehen. CO₂-relevante Auswirkungen und Folgen für die Klimaschutzziele des KSG sind danach jeweils bezogen auf die Planungssituation und nur mit vertretbarem Aufwand zu ermitteln.³

5.2 Datengrundlage

Für die Darstellung des Basisszenarios und der aktuellen Treibhausgasbilanz des Dillinger Hüttenstandorts kann hinsichtlich der emissionsträchtigen Großanlagen auf präzise Angaben aus der Emissionsberichterstattung im europäischen Emissionshandel nach TEHG zurückgegriffen werden. Die Betreiber emissionshandlungspflichtiger Anlagen sind danach verpflichtet, die vom TEHG erfassten Treibhausgasemissionen nach Maßgaben der einschlägigen EU-Vorgaben, aktuell der Durchführungsverordnung (EU) 2018/2066 der Kommission vom 19. Dezember 2018 über die Überwachung von und die Berichterstattung über Treibhausgasemissionen gemäß der Richtlinie 2003/87/EG des Europäischen Parlaments und des Rates und zur Änderung der Verordnung (EU)

³ BVerwG, Urteil vom 4. Mai 2022, 9 A 7/21, juris, Rn. 82.

Nr. 601/2012 der Kommission, zu überwachen und hierüber jährlich Bericht zu erstatten. Der Emissionsbericht bedarf einer Verifizierung durch eine unabhängige Prüfstelle.

Für die weiteren Treibhausgasemissionen des Hüttenstandorts, die nicht in den Anwendungsbereich des europäischen Emissionshandels fallen, erfolgt im Rahmen der freiwilligen Nachhaltigkeitsberichtserstattung eine jährliche Ermittlung dieser Emissionen. Die Datenerfassung und Bilanzierung erfolgt dabei nach den Methodiken der DIN EN ISO 14064-3 und des Greenhouse Gas Protocol GHG. Die dafür notwendigen Datengrundlagen und die Berechnung der resultierenden CO₂-Emissionen werden von einer externen Prüfstelle kontrolliert und verifiziert.

Im Hinblick auf die Ermittlung der CO₂-Emissionen, mit denen bei Verwirklichung der Planung zu rechnen ist, ist eine planerische Worst-Case-Prognose mit erheblichen Unsicherheiten behaftet. Wie soeben dargestellt, ist eine Entscheidung der Vorhabenträgerin zwischen den beiden in Betracht kommenden DRI-Technologien noch nicht getroffen worden. In den Bauleitplanverfahren der Städte Dillingen und Saarlouis wird es zur anzuwendenden Technik zudem keine planerischen Festsetzungen geben.

5.3 Basisszenario: Aktuelle Treibhausgasbilanz des Dillinger Hüttenstandortes

Unter Berücksichtigung der städtebaulichen Zielsetzungen der Städte Dillingen und Saarlouis, mit der Aufstellung der Bebauungspläne die planerischen Voraussetzungen für die zur Erreichung des Ziels der CO₂-Emissionsneutralität der Stahlherstellung im Saarland bis Mitte des Jahrhunderts und damit einer Reduktion der Treibhausgasemissionen zu schaffen, erscheint es sinnvoll, zunächst einen Überblick über die aktuelle Treibhausgasbilanz des Dillinger Hüttenstandorts zu geben. Hierbei sollen sowohl die bisherigen CO₂-Emissionen der Roheisen- und Stahlherstellung als auch die von der Planung direkt und mittelbar betroffenen CO₂-Senken betrachtet werden.

5.3.1 Plangebiet

Das Plangebiet östlich der Werksbahnstrecke ist derzeit frei von Bebauung und stationären Anlagen mit Treibhausgasemissionen. Ursprünglich befand sich dort zuvor ein ca. 15,7 ha großer Wald. Ein solcher Wald ist eine THG-Senke. Derartige Senken sind durch eine negative Emissionsbilanz gekennzeichnet, denn sie entziehen der Atmosphäre CO₂ (Bäume wandeln CO₂ in Kohlenstoff und Sauerstoff um; der Kohlenstoff wird im Holz eingelagert).

Der Wald wurde bereits auf der Grundlage einer Waldumwandlungsgenehmigung nach § 8 LWaldG gerodet, um für die Verfahren der Bauleitplanung und das immissionsschutzrechtliche Genehmigungsverfahren notwendige Baugrunduntersuchungen zu ermöglichen. Die betroffene Fläche hat damit ihre zuvor durch die Bewaldung gegebene Eigenschaft als CO₂-Senke in einem Zusammenhang mit der Planung und deren Umsetzung verloren.



Abbildung 1: Gerodete Waldfläche (unmaßstäblich).

Nach den Angaben des UVP-Berichts des Waldumwandlungsverfahren hat eine Waldfläche in der Größe der gerodeten Fläche ein durchschnittliches jährliches CO₂-Umwandlungspotenzial von durchschnittlich ca. 190 t CO₂.

Dem Verlust dieses Waldbestandes wird jedoch sowohl durch forstrechtliche als auch räumlich-funktionale und ökologische Kompensationsmaßnahmen im Verhältnis von mindestens 1:1 ausgeglichen. Perspektivisch ist daher von einer Kompensation der durch die Rodung weggefallenen CO₂-Senke auszugehen. Der forstrechtliche Ausgleich wird auf der südlich der Waldfläche befindlichen Deponie im Umfang von 15,7 ha erfolgen. Durch Initialpflanzung von Baum- und Strauchgruppen wird dort die Entwicklung von Wald eingeleitet. Ziel ist die Entstehung eines mesophilen Laubmischwaldes.⁴ Da zudem Teile des Waldes in der Biotopkartierung des Saarlandes als zwei Auenwälder und demnach als geschützte Biotopen erfasst sind,⁵ erfolgt auch ein räumlich-funktionaler Ausgleich in der Größe von 6,7 ha. So wird entlang des Haienbachs ca. 2,4 km nord-westlich der gerodeten Fläche auf einer Fläche von 6,3 ha Auenwald neu angelegt, ausgebaut bzw. umgewandelt. Des Weiteren wird auf einer an der Prims gelegenen, großen Wiesen- und Ruderalfläche ein ca. 0,6 ha großer Auwald angelegt.⁶

Der 1:1 Ausgleich steht insbesondere auch im Einklang mit dem Klimaschutzplan 2050 der Bundesregierung. Dieser sieht nämlich, dass Ausgleichs- und Kompensationsmaßnahmen im Zuge von Waldrodungen im Rahmen von Infrastrukturprojekten die Wiederaufforstung einer Fläche in der Größe der Rodungsfläche beinhalten sollen.⁷

⁴ Maßnahmenblatt A3 des UVP-Berichts zum Waldumwandlungsverfahren (Anlage 1).

⁵ Vgl. Biotopkataster saarlandweit, abrufbar unter www.geoportal.saarland.de

⁶ Maßnahmenblatt A1,2 des UVP-Berichts zum Waldumwandlungsverfahren (Anlage 2).

⁷ Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, Klimaschutzplan 2050 – Klimaschutzpolitische Grundsätze und Ziele der Bundesregierung, 2016, S. 68f, <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Industrie/klimaschutzplan-2050.html>

5.3.2 Umspannanlage Prims

Mittelbar ist mit der Umsetzung der beabsichtigten planerischen Festsetzungen auch die Inanspruchnahme einer weiteren bisherigen CO₂-Senke für eine Bebauung verbunden; es ist hier von kumulativen Auswirkungen auszugehen. Nordöstlich des Plangebiets wird der Übertragungsnetzbetreiber Amprion eine neue Umspannstation („Umspannanlage Prims“) errichten. Diese ist notwendig, um insbesondere den geplanten neuen EAF mit elektrischer Energie versorgen zu können und Netzurückwirkungen des Elektroofenbetriebs auf die Stromversorgung zu reduzieren.

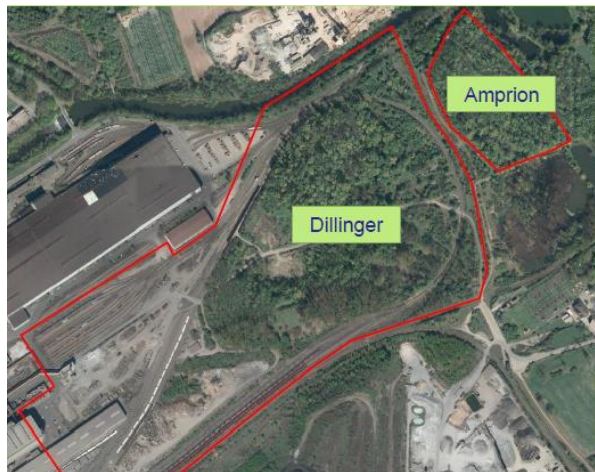


Abbildung 2: Projektgebiet (Auszug) sowie benötigte Fläche für Umspannanlage Prims von Amprion.

Der Bau der Umspannanlage erfolgt dabei in zwei Stufen. Zunächst werden provisorisch zwei Masten sowie ein temporäres Schaltfeld errichtet, ohne dass die Umspannanlage selbst in Betrieb genommen wird. Dies erfolgt erst im zweiten Schritt, sobald der entsprechende Leitungsbau abgeschlossen ist. Bereits für den Vollzug der ersten Projektstufe wird die Rodung einer 4,32 ha großen Waldfläche notwendig. Es ist davon auszugehen, dass die Fläche im Einklang mit dem Klimaschutzplan 2050 der Bundesregierung ebenso im Verhältnis von 1:1 ausgeglichen wird.

5.3.3 Direkte Treibhausgasemissionen aus emissionshandelspflichtigen Industrieanlagen

Das Dillinger Hüttenwerk ist nach der Berichterstattung des Umweltbundesamtes über Treibhausgasemissionen bisher einer der größten industriellen Verursacher von CO₂-Emissionen in Deutschland.⁸ Durch die Aktien-Gesellschaft der Dillinger Hüttenwerke (Dillinger Hütte), die RO-GESA Roheisengesellschaft Saar mbH (ROGESA) sowie die Zentralkokerei Saar GmbH (ZKS) werden hier emissionssträchtige stationäre Anlagen zur Roheisen- und Stahlherstellung (wie eine Kokerei, Hochöfen und Konverter sowie diverse Weiterverarbeitungseinheiten) betrieben. Hierbei entstehen teilweise brennbare Gas (sog. Kuppelgase), die zur Energieerzeugung eingesetzt werden. Diese energetische Verwertung hat ebenfalls CO₂-Emissionen zur Folge.

⁸ Umweltbundesamt, Treibhausgasemissionen 2022 – Kurzfassung, Stand: Mai 2023.

Die CO₂-emissionsträchtigen Anlagen des Hüttenwerks fallen seit 2005 in den Anwendungsbereich des europäischen Emissionshandels nach TEHG (EU ETS). Dieser funktioniert nach dem umweltökonomischen „Cap & Trade“-Prinzip:⁹ Durch eine von den EU-Minderungszielen abhängige Obergrenze („Cap“) wird absolut bestimmt, welche Mengen an Treibhausgasemissionen in der Europäischen Union von emissionshandelspflichtigen Anlagen verursacht werden dürfen. Das derart bestimmte Emissionsbudget wird in Emissionszertifikate aufgeteilt. Jedes Zertifikat berechtigt zur Emission von einer Tonne Treibhausgasäquivalent. Die Betreiber der emissionshandelspflichtigen Anlagen müssen für jede Tonne emittierten CO₂ ein Zertifikat abgeben. Die Emissionszertifikate, die handelbar sind („Trade“), werden von den Mitgliedstaaten teilweise kostenlos an die erfassten Anlagenbetreiber zugeteilt und mit einem stetig zunehmenden Anteil versteigert. Auf der Grundlage der Vorgaben der Emissionshandelsrichtlinie 2003/87/EG wird es ab 2034 für Anlagen der Roheisen- und Stahlherstellung keine kostenlose Zuteilung mehr geben.¹⁰

Die Produktion von Roheisen und Stahl ist stark konjunkturabhängig und schwankt von Jahr zu Jahr; hinzu kommen rohstoffbedingte Emissionsschwankungen. Es ist deshalb nicht möglich, für das bestehende Hüttenwerk eine feststehende jährliche Treibhausgasemissionsmenge zu definieren. Im Folgenden werden daher die CO₂-Emissionsausstöße aller emissionshandelspflichtigen Anlagen der letzten zehn Jahren im Dillinger Hüttenwerk dargestellt.¹¹

Emissionen der Stahlproduktion

In den letzten zehn Jahren fielen im Dillinger Hüttenwerk durch die Kokerei, die Sinteranlage, den Hochofenbetrieb, das Konverter-Stahlwerk sowie das Grobblechwalzwerk (jeweils nebst Nebeneinrichtungen) die folgenden CO₂-Emissionen an. Betrachtet werden dabei die Jahre 2013 bis 2022; die Jahresdaten für 2023 liegen noch nicht vor:

Kokerei:

Jahr	CO ₂ in (t)	Jahr	CO ₂ in (t)
2013	862.485	2018	971.945
2014	975.238	2019	988.064
2015	901.494	2020	614.146
2016	861.344	2021	1.060.361
2017	1.031.050	2022	1.022.436

Im Durchschnitt emittierte die Kokerei demnach in den letzten zehn Jahren jährlich 928.856 Tonnen CO₂.

⁹ Umweltbundesamt, Der europäische Emissionshandel, <https://www.umweltbundesamt.de/daten/klima/der-europaeische-emissionshandel#teilnehmer-prinzip-und-umsetzung-des-europaischen-emissionshandels>.

¹⁰ Art. 10 Abs. 1a UAbs. 1 RL 2003/87/EG; ErWG. (46) Richtlinie (EU) 2023/959.

¹¹ Eine vollständige Übersicht der CO₂-Emissionen seit 2005 kann im European Union Transaction Log (EUTL) abgerufen werden: <https://ec.europa.eu/clima/ets/oha.do?languageCode=en>.

Roheisenerzeugung (Sinteranlage und Hochofen):

Jahr	CO ₂ in (t)	Jahr	CO ₂ in (t)
2013	3.948.261	2018	4.683.105
2014	4.223.992	2019	4.207.263
2015	4.452.128	2020	3.600.915
2016	3.911.756	2021	4.283.764
2017	4.620.499	2022	3.992.570

Im Durchschnitt emittierte die Roheisenerzeugung in Sinteranlage und Hochofen demnach in den letzten zehn Jahren jährlich 4.192.425 Tonnen CO₂.

Konverter-Stahlwerk:

Jahr	CO ₂ in (t)	Jahr	CO ₂ in (t)
2013	347.786	2018	407.136
2014	413.546	2019	395.140
2015	415.452	2020	324.213
2016	411.923	2021	400.975
2017	441.634	2022	413.416

Im Durchschnitt entfielen demnach in den letzten zehn Jahren jährlich Emissionen in Höhe von 397.122 Tonnen CO₂ auf das Konverter-Stahlwerk.

Grobblechwalzwerk:

Jahr	CO ₂ in (t)	Jahr	CO ₂ in (t)
2013	265.286	2018	253.457
2014	268.622	2019	251.216
2015	272.944	2020	240.456
2016	266.143	2021	269.762
2017	277.321	2022	277.899

Das Grobblechwalzwerk verursachte in den Jahren 2013-2022 durchschnittlich 264.311 Tonnen CO₂-Emissionen.

Emissionen weiterer Verarbeitungsanlagen

Am Hüttenstandort Dillingen werden neben den Anlagen zur Erzeugung von Roheisen und Stahl sowie dem Grobblechwalzwerk mit der Vergüterei und der Weiterverarbeitung weitere Anlagen betrieben, die dem europäischen Emissionshandel nach TEHG unterfallen. Diese Anlagen dienen dazu, die am Standort erzeugten Stahlprodukte zu behandeln und zu veredeln.

Vergüterei:

Jahr	CO ₂ in (t)	Jahr	CO ₂ in (t)
2013	51.593	2018	68.804
2014	55.967	2019	44.295
2015	56.054	2020	36.101
2016	56.385	2021	51.606

2017	58.800	2022	49.528
------	--------	------	--------

Im Durchschnitt entfielen demnach in den letzten zehn Jahren jährlich 52.913 Tonnen an CO₂ in der Vergüterei an.

Weiterverarbeitungsanlagen:

Jahr	CO ₂ in (t)	Jahr	CO ₂ in (t)
2013	5.960	2018	8.176
2014	8.633	2019	3.637
2015	6.781	2020	1.377
2016	7.105	2021	64
2017	9.014	2022	101

Die Weiterverarbeitung verursachte in den Jahren 2013-2022 durchschnittlich im Jahr 5.085 Tonnen CO₂.

Emissionen eigener Energieerzeugungsanlagen des Hüttenwerks

Neben den Stahlproduktionsanlagen befinden sich auf dem Hüttengelände die Kesselstation sowie das (Gicht-)Gaskraftwerk. Beide Anlagen dienen einer Form der Energiegewinnung für die Produktionsanlagen und fallen in den Anwendungsbereich des europäischen Emissionshandels nach TEHG. Die Kesselstation erzeugt Dampf, der in den Produktionsanlagen des Hüttenstandortes benötigt wird. Im Gaskraftwerk werden die überschüssigen Kuppelgase aus der Stahlproduktion (Koks- und Hochofengas) zur Stromerzeugung genutzt. Hiermit deckt der Hüttenstandort den Großteil seines Strombedarfs ab.

Kesselstation:

Jahr	CO ₂ in (t)	Jahr	CO ₂ in (t)
2013	221.431	2018	147.462
2014	291.209	2019	87.693
2015	238.619	2020	86.696
2016	160.942	2021	88.494
2017	187.367	2022	112.220

Auf die Kesselstation entfielen in den letzten zehn Jahren durchschnittlich 162.213 Tonnen CO₂.

(Gicht-)Gaskraftwerk:

Jahr	CO ₂ in (t)	Jahr	CO ₂ in (t)
2013	1.256.058	2018	875.915
2014	1.349.715	2019	1.125.655
2015	1.226.529	2020	831.857
2016	1.228.151	2021	1.151.493
2017	1.262.255	2022	1.029.540

Im Durchschnitt entfielen auf das (Gicht-)Gaskraftwerk im Zeitraum 2013-2022 1.133.717 Tonnen CO₂.

Insgesamt ergaben sich damit in den letzten zehn Jahren aus den emissionshandelspflichtigen Anlagen des Dillinger Hüttenstandorts die nachfolgenden Treibhausgasemissionen, die in die Atmosphäre emittiert wurden:

Jahr	CO ₂ in (t)	Jahr	CO ₂ in (t)
2013	6.958.860	2018	7.416.000
2014	7.586.922	2019	7.102.963
2015	7.570.001	2020	5.735.761
2016	6.903.749	2021	7.306.519
2017	7.887.940	2022	6.897.710

Der Durchschnittswert für die emissionshandelspflichtigen Anlagen des Dillinger Hüttenstandorts im Zeitraum 2013-2022 betrug damit 7.136.643 Tonnen CO₂.

Mit der aktuellen Bauleitplanung soll planerisch ermöglicht werden, einen Teil der bisherigen Produktionsanlagen durch CO₂-arme Produktionsanlagen zu ersetzen. Namentlich betrifft dies die Kokerei, die Roheisenerzeugung (Sinteranlage und Hochofen) sowie das Konverter-Stahlwerk. Der mit Hilfe dieser Anlagen bis vor der Stranggießanlage am Hüttenstandort Dillingen erzeugte Rohstahl hat bisher unter Berücksichtigung der Emissionsmenge des Jahres 2022 und der Produktion von 2.299.464 Tonnen Rohstahl in 2022 einen spezifischen Emissionswert von 1,629 Tonnen CO₂ pro Tonne Rohstahl.

5.3.4 Indirekte CO₂-Emissionen aus der Erzeugung fremdbezogenen Stroms

Da die im Gaskraftwerk selbst produzierten Strommengen nicht für den Gesamtstrombedarf des Hüttenwerks ausreichen, wird der verbleibende Bedarf auf dem Energiemarkt zugekauft. Die damit indirekt verbundene Verursachung von Treibhausgasemissionen durch die Stromerzeugung lässt sich nicht derart exakt bestimmen, wie dies bei den in den Anwendungsbereich des TEHG einbezogenen Anlagen der Fall ist. Sie hängt vom konkreten Strommix und dem ständig schwankenden Anteil von Strom, der ohne Entstehung von CO₂-Emissionen erzeugt wurde, ab. Für die hiesigen Zwecke erscheint es daher sachgerecht, auf einen jahresbezogenen pauschalen THG-Emissionsfaktor Strom (g CO₂e/kWh) abzustellen, der einschlägigen Berichten des Umweltbundesamtes zu spezifischen Treibhausgas-Emissionen des deutschen Strommix entnommen wurde.¹² Im Folgenden werden die danach im Dillinger Hüttenwerk bestimmten THG-Emissionen der letzten zehn Jahre aus der Erzeugung fremdbezogenen Stroms dargestellt¹³:

¹² Umweltbundesamt, Entwicklung der spezifischen Treibhausgas-Emissionen des deutschen Strommix in den Jahren 1990 – 2022, Mai 2023, S. 10f, <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/entwicklung-der-spezifischen-treibhausgas-9>. Die Berechnung berücksichtigt die Treibhausgase Kohlenstoffdioxid (CO₂), Methan (CH₄), Distickstoffoxid (N₂O).

¹³ SHS – Stahl-Holding-Saar GmbH & Co. KGaA, Nachhaltigkeitsbericht Faktenblatt 2021, S. 12, https://www.pure-steel.com/app/uploads/2023/03/Nachhaltigkeitsbericht_Faktsheets_Dillinger_DE_2021-2.pdf

Jahr	THG-Emissionsfaktor Strommix mit Vorkette (g CO ₂ e /kWh)	Zugekaufte Strommenge in MWh	CO ₂ -Äquivalente in t
2013	654	174.325	114.008
2014	639	127.956	81.764
2015	600	134.850	80.910
2016	595	170.720	101.578
2017	552	112.431	62.062
2018	537	233.220	125.239
2019	474	140.096	66.405
2020	432	194.461	84.007
2021	475*	98.241	46.664
2022	498**	165.073	82.206

(* vorläufig / **geschätzt laut Umweltbundesamt)

5.3.5 Weitere dem Hüttenwerk zurechenbare Treibhausgasemissionen

Die Eisen- und Stahlproduktion im Dillinger Hüttenwerk ist direkt und indirekt auch mit CO₂-Emissionen aus Quellen verbunden, die nicht in den Anwendungsbereich des europäischen Emissionshandels nach TEHG fallen. Hierzu gehören etwa der Energieverbrauch von nicht emissionshandlungspflichtigen Anlagen sowie die innerbetrieblichen Verkehre.¹⁴ Die dafür relevanten Brenn- und Kraftstoffverbräuche werden von den Dillinger Hüttenwerke mit geeigneten Messgeräten erfasst und können über die zugehörigen Emissionsfaktoren genau in CO₂-Äquivalente umgerechnet werden:

Jahr	Erdgas tCO ₂	Heizöl tCO ₂	Flüssiggas tCO ₂	Benzin tCO ₂	Diesel tCO ₂	Kältemittel tCO ₂
2013	11.289	472	13	96	5.360	780
2014	11.577	472	15	91	5.255	780
2015	11.856	472	18	88	5.885	780
2016	9.006	529	19	75	5.833	801
2017	6.326	494	18	70	5.749	844
2018	5.868	446	16	82	5.930	735
2019	6.690	475	17	92	5.545	496
2020	6.286	438	15	77	4.403	602
2021	5.731	446	19	86	5.196	615
2022	4.825	369	18	88	5.279	825

¹⁴ SHS – Stahl-Holding-Saar GmbH & Co. KGaA, Nachhaltigkeitsbericht Faktenblatt 2021, S. 12, https://www.pure-steel.com/app/uploads/2023/03/Nachhaltigkeitsbericht_Faktsheets_Dillinger_DE_2021-2.pdf

Darüber hinaus fallen auch Emissionen aus dem Brennstoffeinsatz an, die mit der Anlieferung der Roh- und Betriebsstoffe verbunden sind. Auch die Pendelverkehre der Mitarbeiter erzeugen CO₂-Emissionen. Zum quantitativen Umfang dieser Emissionen gibt es keine betriebliche Erfassung. Auch ansonsten ist eine Ermittlung der Mengen dieser Emissionen mit einem vertretbaren Aufwand nicht leistbar. Es sind insofern keine Daten dazu verfügbar, welche Kilometerleistungen mit der Anlieferung von Roh- und Betriebsstoffen verbunden sind und welche CO₂-Emissionen aus dem Einsatz sehr unterschiedlicher Verkehrsmittel resultieren. Dazu, welche Verkehrsmittel die Mitarbeiter nutzen und welche CO₂-Emissionen hieraus resultieren, liegen ebenfalls keine Daten vor.

5.4 Entwicklung der Treibhausgasemissionen bei Nichtdurchführung der Planung

Zur kurz- und mittelfristigen Entwicklung der Treibhausgasemissionen im Plangebiet und im bestehenden Hüttenwerk bei Nichtdurchführung der Planung lassen sich keine eindeutigen Aussagen treffen. Es erscheint möglich, dass die bereits bestehenden Anlagen des Hüttenwerks bei Nichtdurchführung der Planung in den nächsten Jahren zunächst unverändert weiterbetrieben werden und hierbei im Rahmen des bisherigen Umfangs Treibhausgasemissionen in einem vergleichbaren Umfang wie bisher verursachen, die zu einem überwiegenden Teil durch den europäischen Emissionshandel erfasst werden. Ebenso erscheint möglich, dass das Plangebiet nicht bebaut und nicht zu Produktionszwecken genutzt wird, was in der Folge etwa durch eine natürliche Sukzession erneut das Entstehen eines dauerhaften pflanzlichen Bewuchses mit CO₂-Umwandlungspotential (CO₂-Senke) zur Folge haben kann. Denkbar ist allerdings auch, dass die Vorhabenträgerin versuchen wird, auf dem Hüttengelände auch ohne Bauleitplanung andere technische Konzepte zur CO₂-armen Stahlproduktion umzusetzen, etwa die Herstellung von Elektrostahl ausschließlich aus Schrott, womit voraussichtlich ein Rückgang der CO₂-Emissionen am Standort verbunden sein könnte.

Konkrete Pläne zur weiteren Nutzung des Hüttenstandortes zu industriellen Zwecken bei Nichtdurchführung der Planung sind allerdings nicht bekannt. Beschlüsse der Unternehmensgremien der Vorhabenträgerin zur weiteren Entwicklung des Hüttenstandorts bei Nichtdurchführung der Planung gibt es nicht. Letztlich stünden hier autonome wirtschaftliche Entscheidungen der beteiligten Industrieunternehmen in Rede, für die bei einer Verwirklichung innerhalb der bereits industriell genutzten Innenbereichsflächen nach den Maßgaben des § 34 BauGB keine Bauleitplanung der Städte erforderlich ist und die von den Trägern der Bauleitplanung nicht antizipiert werden können.

Unbeschadet dessen wird aber die Entwicklung der Treibhausgasemissionen des Hüttenstandortes im Fall der Nichtdurchführung der Planung maßgeblich durch die verbindlichen nationalen Klimaschutzziele sowie den EU-Emissionshandel bestimmt werden. Das Klimaschutzgesetz des Bundes (KSG) sieht vor, dass in Deutschland im Jahr 2045 die Netto-Treibhausgasneutralität erreicht wird. 2050 sollen dann negative Treibhausgasemissionen erreicht werden. Auf europäischer Ebene schreibt die Verordnung (EU) 2021/1119 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 30. Juni 2021 zur Schaffung des Rahmens für die Verwirklichung der Klimaneutralität und zur Änderung der Verordnungen (EG) Nr. 401/2009 und (EU) 2018/1999 (Europäisches Klimagesetz) die

Erreichung der Netto-Treibhausgasneutralität bis 2050 vor. Im verbleibenden Zeitraum werden auch den in den Anwendungsbereich des Emissionshandels nach TEHG einbezogenen Anlagen nach der jüngsten Änderung der Richtlinie 2003/87/EG zunehmend weniger Emissionszertifikate zur Verfügung stehen, was sich in einer Erhöhung des CO₂-Preises niederschlagen dürfte. Für stahlherstellende Anlagen wird die kostenlose Zuteilung der Emissionszertifikate zudem bis 2034 vollständig enden, was in einer vollen Belastung der Stahlproduktion mit dem CO₂-Preis resultieren wird. Die damit tendenziell eher steigenden Herstellungspreise können sich nachfragereduzierend auswirken und die Stahlproduktion sowie die damit einhergehenden Treibhausgasmengen verringern. Bei den mit dem Strombezug verbundenen indirekten CO₂-Emissionen wird sich der durch das Kohleausstiegsgesetz verbindlich festgelegte Ausstieg aus der Kohleverstromung in Deutschland ebenfalls emissionsreduzierend auswirken.

Diese Faktoren werden voraussichtlich dazu beitragen, dass der Dillinger Hüttenstandort in Zukunft auch bei Nichtdurchführung der Planung Veränderungen ausgesetzt sein wird, die sich jedoch aus heutiger Sicht im Hinblick auf die Treibhausgasemissionen am Standort nicht quantifizieren lassen. Klimaschutzrechtlich eindeutig ist allerdings die aktuell gültige Zielvorgabe der Treibhausgasneutralität auf nationaler Ebene bis 2045 und auf EU-Ebene bis 2050. Bei Nichtdurchführung der Planung wird es danach spätestens ab Mitte des Jahrhunderts in Dillingen keine Treibhausgasemissionen mehr geben. Ob dies bei Nichtdurchführung der Planung durch eine vollständige Einstellung der Roheisen- und Stahlproduktion oder durch technische Lösungen der Abscheidung und Speicherung (Carbon Capture & Storage - CCS) oder stofflichen Nutzung (Carbon Capture & Utilisation - CCU) von Treibhausgasen erreicht wird, lässt sich aus heutiger Sicht nicht prognostizieren.

5.5 Entwicklung der Treibhausgasemissionen bei Durchführung der Planung

Bei Durchführung der Planung wird zunächst die Errichtung der neuen Anlagen und baulichen Einrichtungen im Projektgebiet mit der Entstehung von CO₂-Emissionen verbunden sein, da u.a. eine Vielzahl von Kraftfahrzeugen im Baustellenbetrieb zum Einsatz kommen wird. Die Menge dieser Treibhausgasemissionen lässt sich derzeit nicht bestimmen. Sie wird aber angesichts der durch die Eisen- und Stahlherstellung am Standort bisher verursachten CO₂-Emissionen nicht ins Gewicht fallen. Die aus dem Brennstoffeinsatz (Benzin, Diesel) resultierenden CO₂-Emissionen werden zudem vom nationalen Brennstoffemissionshandel nach Brennstoff-Emissionshandelsgesetz (BEHG) erfasst.

Die Eisenschwamm (DRI)- und Stahlproduktion selbst wird bei Durchführung der Planung spätestens ab Mitte des Jahrhunderts wegen der oben dargestellten gesetzlichen Vorgaben kein CO₂ oder andere Treibhausgase mehr in die Atmosphäre freisetzen. Allerdings ist auch die Stahlherstellung über die DRI/EAF-Route selbst bei einem ausschließlichen Einsatz von kohlenstofffreiem und ausschließlich unter Verwendung erneuerbarer Energien erzeugtem Wasserstoff als Reduktionsgas verfahrenstechnisch unvermeidbar mit der Entstehung von CO₂ verbunden. Dieses entsteht aus dem Einsatz kohlenstoffhaltiger Graphitelektroden und dem Einsatz von kohlenstoffhaltigen Zuschlagsstoffen etwa zur Schlackenbildung sowie Legierungselementen und Kohle im

EAF.¹⁵ Eine von dem Sachverständigen Dr.-Ing. Längen, ehemals geschäftsführendes Vorstandsmitglied des Stahlinstituts VDEh, Vorsitzender des Verwaltungsrates des VDEh Betriebsforschungsinstituts und Geschäftsführer der VDEh-Gesellschaft für Eisenforschung, durchgeführte Untersuchung ergab insofern pro Tonne erzeugtem Rohstahl eine unvermeidbare Gesamtmenge CO₂ in Höhe von 56,79 Kilogramm, wenn im EAF als planerisches Worst-Case-Szenario ausschließlich DRI zum Einsatz kommt.¹⁶ Die Untersuchung ist diesem Fachbericht beigelegt.

Bei maximaler Ausschöpfung der rechtlich und tatsächlich möglichen Produktionsmenge der DRI/EAF-Route wäre insofern die Entstehung von jährlich rd. 0,149 Mio. Tonnen CO₂ technisch unvermeidbar. Die Bestimmung dieser Menge beruht auf der Annahme, dass im Dillinger Hüttenwerk maximal 2,628 Mio. Tonnen Rohstahl erzeugt werden, im EAF kein Schrott zum Einsatz kommt und die energetische Versorgung des Standorts ausschließlich durch CO₂-freie oder CO₂-neutrale Energie erfolgt.

Rohstahlproduktion	Tonnen	2.628.000
Emissionsfaktor der DRI-EAF-Produktion	kg CO ₂ /t Stahl	56,79
Emissionsfaktor der Weiterverarbeitung	kg CO ₂ /t Stahl	0
Technisch unvermeidbares CO ₂	Tonnen CO ₂	149.244

Die vorgenannte technisch maximal mögliche Produktionskapazität ergibt sich aus den Beschränkungen beim Bau und Betrieb von Elektrostahlöfen, die für die Stromversorgung auf sehr leistungsstarke Transformatoren angewiesen sind. Die Vorhabenträgerin geht hier an die bisherigen technischen Leistungsgrenzen für EAF. Bei der Genehmigungsbehörde wurde nach § 4 BImSchG eine rechtlich maximal mögliche Produktionskapazität von 2,6 Mio. Tonnen beantragt. Im Sinne eines planerischen Worst-Case-Ansatzes wurde für die Zwecke des vorliegenden Fachbeitrags die höhere technische Maximalkapazität berücksichtigt.

Mit diesen aus heutiger Sicht technisch unvermeidbaren CO₂-Mengen, die sich bei Einsatz von Schrott im EAF noch leicht weiter reduzieren lassen, wird unter Beachtung der in der Zukunft geltenden rechtlichen Vorgaben zur Zulässigkeit der Freisetzung von CO₂ in die Atmosphäre umzugehen sein. Aus heutiger Sicht ist es wahrscheinlich, dass zukünftig wegen der im nationalen und europäischen Recht festgelegten Erreichung der Klimaneutralität technische Lösungen der Abscheidung und Speicherung (CCS) bzw. stofflichen Nutzung (CCU) von CO₂ zum Einsatz kommen werden und Treibhausgase aus dem Hüttenbetrieb und dem Plangebiet nicht mehr in die Atmosphäre emittiert werden.

Die kurz- und mittelfristige Entwicklung der Treibhausgasemissionen im Plangebiet und im bestehenden Hüttenwerk bis Mitte des Jahrhunderts dürfte unter Berücksichtigung der Preiseffekte des europäischen Emissionshandels nach TEHG von einer zunehmenden Verlagerung der Roheisen-

¹⁵ Längen, Schlüsselwege zur CO₂-Senkung, stahl + eisen, März 2021, S. 51.

¹⁶ Längen, Ermittlung der CO₂-Emissionen der Verfahrensrouten Direktreduktion auf Basis Schachtofen und Elektrolichtbogenofen, 2024, als Anhang beigelegt.

und Stahlherstellung von der koksbasierten Hochofen/Konverter-Route auf die DRI/EAF-Route geprägt sein. Insoweit geht die Vorhabenträgerin davon aus, dass einer der beiden derzeit im Hüttenwerk betriebenen Hochöfen nach sicherer Inbetriebnahme der DRI/EAF-Route endgültig abgestellt wird. Dies wurde der Hochofenbetreiberin, der ROGESA Roheisengesellschaft Saar mbH, im Bescheid des Bundeswirtschaftsministeriums über eine Zuwendung aus dem Sondervermögen „Klima- und Transformationsfonds“ zur Förderung der Errichtung einer DRI-Anlage vom 22. Dezember 2023 (Förderkennzeichen: 03H2I039C) spätestens für das Jahr 2030 als Nebenbestimmung aufgegeben. Der zweite Hochofen (sowie die ihn versorgende Kokerei, die Sinteranlage und die Konverteranlage zur Stahlerzeugung) soll noch bis längstens Mitte des Jahrhunderts betrieben werden und (unter Beachtung der dann jeweils geltenden rechtlichen Vorgaben) CO₂ in die Atmosphäre freisetzen.

Eine weitergehende planerische Sicherstellung dieser betrieblichen Absichten erscheint unter Berücksichtigung der bereits bestehenden Vorgaben zum Klimaschutz, insbesondere der Einbindung des Hüttenstandorts in das System des europäischen Emissionshandels nach TEHG und der nach dem nationalen KSG und dem Unionsrecht bereits erfolgten verbindlichen Festschreibung der Erreichung der Treibhausgasneutralität bis Mitte des Jahrhunderts aus fachlicher Sicht nicht als geboten. Dem Träger der Bauleitplanung ist es zudem nach bundesverwaltungsgerichtlicher Rechtsprechung verwehrt, in Bebauungsplänen Festsetzungen zu treffen, durch die auf den globalen Klimaschutz zielende Vorgaben für die Beschränkung von CO₂-Emissionen von Anlagen, die in den Anwendungsbereich des TEHG fallen, gemacht werden (BVerwG, Urteil vom 14. September 2017 – 4 CN 6.16).

Eine genauere Bestimmung der bis Mitte des Jahrhunderts im Fall der Verwirklichung der Planung zu erwartenden CO₂-Emissionen ist in der Sache ausgeschlossen. Die CO₂-Emissionen der Eisen- und Stahlproduktion sind insofern von diversen unbekanntem Faktoren wie insbesondere der Menge des zukünftig produzierten Roheisen- und Stahls, für die auf Ebene der Bauleitplanung keine im Plangebiet maximal zulässige Produktionsmenge festgesetzt werden soll, abhängig. Relevant ist auch die planerisch nicht vorhersehbare und von der Entwicklung des CO₂-Preises im EU-Emissionshandel mitbestimmte Verteilung der Produktion auf die bestehende Hochofen/Konverter-Route einerseits sowie die neue DRI/EAF-Route andererseits. Gleiches gilt für die konkreten Anteile von Erdgas und Wasserstoff als Reduktionsgase, den Einsatz von Schrott sowie den Mix des fremdbezogenen Stroms. Wie sich diese Faktoren zueinander verhalten und sich die Produktion und die CO₂-Emissionen bis 2045 entwickeln werden, lässt sich planerisch nicht vorhersagen und ist angesichts einer Vielzahl unbekannter Größenordnungen einer einigermaßen realistischen Prognose nicht zugänglich. Sicher ist allein, dass es im Plangebiet zukünftig zu CO₂-Emissionen kommen wird, die den regulatorischen Vorgaben des nationalen und europäischen Klimaschutzrechts unterfallen werden.

Auch die weiteren Treibhausgasemissionen, die mit der Nutzung der planerisch festzusetzenden Sondergebiete sowie des vorhandenen Hüttenwerks einhergehen, wie etwa verkehrlich bedingte Emissionen, lassen sich für den Fall der Verwirklichung der Planung nicht realistisch prognostizieren. Es sind hier keinerlei Berechnungshilfen oder sonstige methodische Ansätze erkennbar, mit

denen etwa Lebenszyklusemissionen eines industriell genutzten Gebiets außerhalb der eigentlichen Produktionsaggregate aussagekräftig bestimmt werden könnten. Angesichts der Emissionsträchtigkeit der technischen Prozesse der Eisen- und Stahlherstellung fallen diese Emissionen allerdings ohnehin nicht ins Gewicht.

Würde man dessen ungeachtet ein Worst-Case-Szenario zur Abschätzung der maximal zu erwartenden CO₂-Emissionen aus den im Plangebiet zukünftig planerisch zulässigen Industrieanlagen darstellen wollen, wäre hierfür von folgenden Parametern auszugehen: Unterstellt wird, dass im Plangebiet eine DRI-Anlage mit einer bei der Genehmigungsbehörde nach § 4 BImSchG bereits beantragten Produktionskapazität von maximal 2,5 Mio. Tonnen direktreduziertem Eisen (DRI) unter ausschließlichen Einsatz von Erdgas als Reduktionsmittel betrieben wird. Die Annahme dieser Produktionsmenge beruht neben den Angaben im Genehmigungsantrag auf den Auskünften von Anlagenbauern zu den bisherigen weltweiten Erfahrungen mit DRI-Großanlagen. Weltweit wurden bisher noch keine DRI-Anlagen gebaut, die eine größere Jahresproduktionskapazität haben. Als Referenzanlagen wurden insoweit drei Anlagen in Algerien (Tosyali Algerie 1, Oran, Tosyali Algerie 2, Oran, und Algerien Qatari Steel, Ballara) eine Anlage in den USA (Nucor Steel Louisiana, Convent) und eine Anlage in Russland (OMK, Vyksa) genannt. In der Europäischen Union sind derart große Anlagen bisher noch nicht zum Einsatz gekommen. In dem von der Europäischen Kommission veröffentlichten BVT-Merkblatt zur Eisen- und Stahlerzeugung finden sich insofern lediglich Angaben dazu, dass Anlagen mit einer Jahresproduktion von 1 Mio. Tonnen DRI kommerziell verfügbar sind.¹⁷

Es wird ebenso unterstellt, dass der im Plangebiet zukünftig planerische zulässige EAF mit einer Produktionskapazität von maximal 2,628 Mio. Tonnen Rohstahl unter ausschließlichem Einsatz von DRI (ohne Schrotteinsatz) betrieben wird. Für die Herleitung wird auf die vorstehenden Ausführungen verwiesen.

Nach den Untersuchungen des Sachverständigen Dr.-Ing. Lungen ist bei einer solche Rohstahlerzeugung auf der DRI/EAF-Route bis vor der Stranggießanlage von einem spezifischen Emissionsfaktor in Höhe von 690,55 kg CO₂ pro Tonne Rohstahl auszugehen.¹⁸ Ausgehend hiervon ergäbe sich eine Jahresgesamtmenge des von der DRI-Anlage und dem EAF im Plangebiet direkt emittierten CO₂ in Höhe von rd. 1,815 Mio. Tonnen.

Rohstahlproduktion	Tonnen	2.628.000
Emissionsfaktor der DRI-EAF-Produktion	kg CO ₂ /t Stahl	690,55
Emissionen Worst-Case-Szenario	Tonnen CO ₂	1.814.765

¹⁷ Europäische Kommission, Merkblatt über die Besten Verfügbare Techniken in der Eisen- und Stahlerzeugung nach der Industrie-Emissionen-Richtlinie 2010/75/EU, 2012, S. 529.

¹⁸ Lungen, Ermittlung der CO₂-Emissionen der Verfahrensrouten Direktreduktion auf Basis Schachtofen und Elektrolichtbogenofen, 2024, als Anhang beigefügt.

Bezogen auf die bisherigen Treibhausgasemissionen der letzten Jahre sind damit bereits bei einem planerischen Worst-Case-Szenario mit einem unter CO₂-Gesichtspunkten ungünstigen Betrieb der neuen Anlagen deutliche Reduzierungen absehbar.

Die Verwirklichung dieses Worst-Case-Szenarios ist allerdings nicht realistisch, da der gesamte Transformationsprozess der Vorhabenträgerin darauf zielt, die gesetzlichen Vorgaben zur Erreichung der CO₂-Emissionsneutralität bis Mitte des Jahrhunderts umzusetzen. Hierfür müssen über das Worst-Case-Szenario hinaus weitergehende Minderungen der Emissionsmengen erfolgen, was einen zunehmenden Einsatz von Wasserstoff als Reduktionsmittel und Schrott sowie dem Einsatz von CO₂-freien oder CO₂-neutralen Brennstoffen bei der Stahlherstellung und dessen Weiterverarbeitung verlangt. Die Vorhabenträgerin geht davon aus, dass der von ihr beabsichtigte Einsatz der DRI/EAF-Route mit einem perspektivisch zunehmenden Anteil von Wasserstoff eine merkliche Minderung der spezifischen CO₂-Emissionen pro Tonne erzeugten Rohstahls erzielen wird. Sie sieht es auch aus Gründen der Wettbewerbsfähigkeit nicht als realistisch an, die von ihr zur Errichtung beabsichtigte DRI/EAF-Route ausschließlich mit Erdgas und ohne Einsatz von Schrott zu betreiben.

Das Recycling von Stahlschrott ist eines der ältesten Recyclingverfahren der Welt. Stahlschrott ist ein wichtiger Rohstoff für die Stahlerzeugung und seine Wiederverwertung kennzeichnet die sehr hohe Recyclingfähigkeit des Werkstoffes Stahl. Das Recycling von Stahlschrott trägt nachhaltig zu einer CO₂-Minderung in der Stahlindustrie bei, da hierbei anders als bei Eisenerzen keine Reduktion von Sauerstoff durchgeführt werden muss. Bei den Bemühungen der Stahlindustrie, ihre CO₂-Emissionen bei der Produktion zu senken, stand daher schon immer die Erhöhung des Einsatzes von Stahlschrott im Fokus. Da in einem Hüttenwerk bei der Produktion zwangsläufig Eigenschrott bzw. Kreislaufschrött anfällt ist es wirtschaftlich und ökologisch sinnvoll, diesen bei der eigenen Stahlerzeugung auch rohstofflich wieder zu verwerten. In den herkömmlichen Sauerstoffkonvertern kommt daher typischerweise Schrott auch zu Kühlzwecken mit einem Anteil von ca. 20 % zum Einsatz. Die Vorhabenträgerin strebt einen vergleichbaren Schrottanteil auch im Elektroofen neben dem DRI an.

Zudem sind die der Vorhabenträgerin durch die Bundesrepublik Deutschland und das Saarland gewährten öffentlichen Fördermittel für die CO₂-Transformation an spezifische Vorgaben der Fördermittelbescheide zur Reduzierung der Treibhausgasemissionen gebunden. Es muss danach u.a. spätestens in 2030 ein Hochofen am Dillinger Hüttenstandort stillgelegt werden.

Genauere Angaben zur zukünftigen Entwicklung der CO₂-Emissionen im Projektgebiet sind aus den vorstehend dargestellten Gründen nicht möglich. Das Erzielen spezifischer Emissionsminderungen ist vor dem Hintergrund der beabsichtigten Produktionsverlagerung von der Nutzung von Koks als Reduktionsmittel zu Erdgas und Wasserstoff technisch-naturwissenschaftlich allerdings plausibel. In absoluten Zahlen lassen sich die damit kurz- und mittelfristig erreichbaren CO₂-Reduktionsmengen aus den bereits dargestellten Gründen allerdings nicht beziffern. Planerische Festsetzungen zu den CO₂-Emissionen sind den Städten im Hinblick auf Anlagen, die in den

Anwendungsbereich des TEHG fallen, untersagt (BVerwG, Urteil vom 14. September 2017 – 4 CN 6.16).

5.5.1 Möglicher Umgang mit verbleibenden CO₂-Mengen

Die vorigen Darstellungen haben gezeigt, dass selbst bei einem ausschließlichen Einsatz von Wasserstoff als Reduktionsgas im Plangebiet und im Dillinger Hüttenwerk die Entstehung von CO₂ bei der Eisenschwamm (DRI)- und Rohstahlherstellung nicht vollends vermieden werden kann. Dies wirft mit Blick auf die spätestens Mitte des Jahrhunderts zu erreichende Treibhausgasneutralität die Frage auf, wie mit den verbleibenden CO₂-Mengen umgegangen werden kann, sollen diese nicht in die Atmosphäre freigesetzt werden.

Hierfür bieten sich aus heutiger Sicht im Wesentlichen zwei Wege an, die Abscheidung und Einlagerung von CO₂ („Carbon Capture & Storage“ bzw. CCS) bzw. die Abscheidung und stofflichen Nutzung von CO₂ („Carbon Capture & Utilisation“ bzw. CCU). Der Ansatz von CCS zielt auf die unterirdische Einlagerung des im Produktionsprozess entstehenden CO₂ und somit einer Vermeidung seiner Freisetzung in die Atmosphäre ab. Derzeit besteht hierfür zwar keine gesetzliche Grundlage in Deutschland. Allerdings lässt das auf Grundlage der Richtlinie 2009/31/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. April 2009 über die geologische Speicherung von Kohlendioxid erlassene Kohlendioxid-Speicherungsgesetz (KSpG) seit 2012 die Erforschung, Erprobung und Demonstration der CO₂-Speicherung in begrenztem Ausmaß zu (vgl. § 2 Abs. 1, 2 KSpG). Zudem möchte die Europäische Kommission Innovationen u.a. in den Bereichen CCU und CCS weiter voran bringen. Deswegen sollen die Zertifikate, die dem CBAM-Sektoren nicht mehr kostenlos zugeteilt werden, einem Innovationsfonds zugeteilt werden, der Innovationen u.a. in den Bereichen CCU und CCS unterstützen soll.¹⁹ Die Bundesregierung stellte überdies am 26. Februar 2024 eine Carbon Management-Strategie und einen darauf basierenden Gesetzentwurf vor, um den Umgang mit unvermeidbaren bzw. schwer vermeidbaren Restemissionen zu regeln.²⁰ Dies kann dafür sprechen, dass die CCS-Technologie in den nächsten Jahren weiter vorangetrieben und weiterentwickelt wird. Auch ihre zukünftige Anwendung in Deutschland ist vorbehaltlich notwendiger Anpassungen der Rechtslage nicht ausgeschlossen.

Gleiches gilt für den Einsatz von CCU. Dieses zielt darauf ab Kohlenstoffdioxid nicht in die Atmosphäre freizusetzen, sondern abzuscheiden und in anderen Prozessen einzusetzen. Die Abscheidung und stoffliche Nutzung des Kohlendioxids ist dabei rechtlich im Grundsatz bereits zulässig. Zudem wurde sie mit der neusten Änderung des EU-Emissionshandels attraktiver gestaltet. Während zuvor nur unter sehr engen Voraussetzungen (Herstellung von Kalziumkarbonat) eine Befreiung von der Pflicht zur Abgabe von Emissionszertifikaten für die abgeschiedenen CO₂-Mengen möglich war, sieht Art. 12 Abs. 3b der Richtlinie 2003/87/EG eine Befreiung bereits dann vor, wenn das CO₂ dauerhaft in einem Produkt chemisch gebunden wird, sodass es bei normalem Gebrauch

¹⁹ Erwägungsgrund (46) der Richtlinie (EU) 2023/959.

²⁰ Vgl. <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Pressemitteilungen/2024/02/20240226-habeck-will-den-einsatz-von-ccs-ermoeglichen.html>.

und/oder während der Entsorgungsphase des Produkts einschließlich normaler Tätigkeit nach dem Ende der Lebensdauer nicht in die Atmosphäre gelangt.

Im Ergebnis stehen also bereits Technologien zum Umgang mit Kohlendioxid zur Verfügung, die in Zukunft – auch für die Stahlindustrie – eine immer wichtigere Rolle einnehmen können. Planerische Festsetzungen hierzu sind den Städten im Hinblick auf Anlagen, die in den Anwendungsbereich des TEHG fallen, untersagt (BVerwG, Urteil vom 14. September 2017 – 4 CN 6.16).

6. Vereinbarkeit mit den Klimazielen

In diesem Kapitel werden zunächst die derzeit bestehenden gesetzlichen Zielvorgaben für die Minderung der Treibhausgasemissionen sowie deren Einhaltung in den letzten zwei Jahren dargestellt. Sodann wird mit Blick auf sie die Vereinbarkeit der Aufstellung der beiden Bebauungspläne und die tatsächliche Ausnutzung der planerischen Festsetzungen mit den Klimaschutzzielen bewertet.

6.1 Zielvorgaben des Klimaschutzgesetzes des Bundes (KSG)

Die jährlichen Minderungsziele in den einzelnen Sektoren sind auf Bundesebene im KSG bis zum Jahr 2030 festgelegt (§§ 4 KSG i.V.m. Anlage 2) und stellen sich wie folgt dar:

Jahresemissionsmenge in Millionen Tonnen CO ₂ -Äquivalent	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Energiewirtschaft	280		257								108
Industrie	186	182	177	172	165	157	149	140	132	125	118
Gebäude	118	113	108	102	97	92	87	82	77	72	67
Verkehr	150	145	139	134	128	123	117	112	105	96	85
Landwirtschaft	70	68	67	66	65	63	62	61	59	57	56
Abfallwirtschaft und Sonstiges	9	9	8	8	7	7	6	6	5	5	4

Abbildung 3: Minderungsziele 2020- 2023.

Im Jahr 2021 verfehlten die Sektoren Gebäude und Verkehr die im KSG festgelegten jährlichen Minderungsziele. Für den Sektor Energiewirtschaft ist im KSG kein Minderungsziel für das Jahr 2021 festgelegt. Die anderen drei Sektoren einschließlich des Industriesektors, zu dem die Stahlindustrie zählt, haben ihre jeweiligen jährlichen Minderungsziele erreicht.²¹

Für die Jahre 2021 bis 2040 hat der Gesetzgeber in Anlage 3 KSG die folgenden jährlichen Minderungsziele gegenüber dem Jahr 1990 festgeschrieben.

²¹ Klimaschutzbericht 2022 der Bundesregierung nach § 10 Abs. 1 KSG, Stand 31.08.2022, <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/Energie/klimaschutzbericht.html>.

	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
Jährliche Minderungsziele gegenüber 1990	67 %	70 %	72 %	74 %	77 %	79 %	81 %	83 %	86 %	88 %

Abbildung 4: Minderungsziele 2031-2040.

Unter Zugrundelegung von § 3 Abs. 3 KSG sind dabei die Minderungsbeiträge emissionshandelspflichtiger Anlagen am Maßstab der diesbezüglichen Regelungen und Vorgaben des TEHG und des einschlägigen Unionsrechts zu messen.

6.2 Zielvorgaben des saarländischen Klimaschutzgesetzes (SKSG)

Für das Saarland sieht § 4 Abs. 1 SKSG eigene Klimaschutzziele vor, die der Landesgesetzgeber als Beitrag zu den Klimaschutzzielen des Bundes versteht. Danach soll die Gesamtsumme der Treibhausgasemissionen im Saarland bis zum Jahr 2030 um mindestens 55 Prozent im Vergleich zu den Gesamtemissionen im Jahr 1990 gesenkt werden. Bis zum Jahr 2045 soll die Netto-Treibhausgasneutralität erreicht werden. Die Minderungsbeiträge aus dem EU-Emissionshandel finden dabei entsprechende Berücksichtigung (§ 4 Abs. 1 SKSG).

6.3 Auswirkung der Bauleitplanung auf die Erreichung der Klimaschutzziele

Die Aufstellung der Bebauungspläne in Dillingen und Saarlouis zur Festsetzung von Sondergebieten für die CO₂-arme Stahlproduktion ist mit den Klimaschutzzielen des Bundes und des Landes vereinbar. Die planerisch vorgesehenen Festsetzungen sollen es ermöglichen, den seit mehreren Jahrhunderten zur Eisen- und Stahlherstellung genutzten Hüttenstandort auf Produktionstechniken umzustellen, mit deren Nutzung spezifisch geringere CO₂-Emissionen je Tonne Roheisen bzw. Rohstahl als bei der herkömmlichen Roheisenherstellung im koks-basierten Hochofen verbunden sind. Der von der Vorhabenträgerin verfolgte Weg einer CO₂-Transformation hat dabei gerade den Hintergrund, einen Beitrag zur Erreichung der Klimaschutzziele zu leisten und die Stahlherstellung im Saarland zu dekarbonisieren.

Der Umstand einer bis Mitte des Jahrhunderts von der Vorhabenträgerin weiterhin beabsichtigten Nutzung eines herkömmlichen Hochofens sowie die Ungewissheit über die tatsächlich kurz- und mittelfristig im Planbereich und dem sonstigen Hüttenwerk entstehenden CO₂-Mengen steht der Erreichung der Klimaschutzziele ebenso wenig entgegen wie die auch bei Nutzung der neuen DRI/EAF-Technik unvermeidbar verursachten Treibhausgase. Denn die durch die Planung ermöglichten Anlagen zur Herstellung von Roheisen und Stahl unterfallen dem europäischen Emissionshandel nach dem TEHG. Für die mit dem Betrieb dieser Anlagen verbundenen CO₂-Emissionen müssen somit Emissionszertifikate abgegeben werden. Für diese steht nach europäischem Recht in den nächsten Jahrzehnten nur ein nach Maßgabe der Treibhausgas-minderungs-vorgaben der EU zurückgehendes Budget zur Verfügung. Die Erreichung der Klimaschutzziele der EU wird hierdurch sicher gewährleistet. Sowohl § 3 Abs. 3 KSG als auch § 4 Abs. 1 S. 3 SKSG sehen ausdrücklich vor, dass die nationalen Minderungsziele auch durch staatenübergreifende Mechanismen zur Minderung von Treibhausgasemissionen erreicht werden können und die

Minderungsbeiträge aus dem europäischen Emissionshandelssystem Berücksichtigung finden. Ungeachtet dessen darf die Bauleitplanung in Ansehung der vorzitierten Rechtsprechung des Bundesverwaltungsgerichts im Hinblick auf Nutzungen durch dem Emissionshandel nach TEHG unterliegende Anlagen ohnehin keine Vorgaben zur Treibhausgasreduktion machen.

Dillingen/Saar, 01. März 2024

Stahl-Holding-Saar GmbH & Co. KGaA
Rouven Winter



ANLAGE 1

Dr. Hans Bodo Lüngen
Im Jagdfeld 44a
41464 Neuss
Tel.: 0172 2533468
E-Mail: hb.luengen@outlook.de

01.03.2024

Ermittlung der CO₂-Emissionen der Verfahrensrouten Direktreduktion auf Basis Schachtofen und Elektrolichtbogenofen

Liefer- und Leistungsumfang für SHS - Stahl-Holding Saar GmbH & Co. KGaA im Auftrag der Aktiengesellschaft der Dillinger Hüttenwerke (Auftragsnummer 9480016775)

Ermittlung der CO₂-Emissionen der Schachtofen-Direktreduktionsanlage (DR) zur Erzeugung von Direct Reduced Iron (DRI) unter

- Verwendung von Erdgas als Reduktionsmittel
- Verwendung von grünem Wasserstoff als Reduktionsmittel.

Ermittlung der CO₂-Emissionen des nachgeschalteten Elektrolichtbogenofens (EAF) zur Erzeugung von Rohstahl mit metallischem Einsatz in Anteilen von

- 100 % Stahlschrott
- 100 % DRI (Direct Reduced Iron) mit Heißeinsatz
- 80 % DRI mit Heißeinsatz und 20 % Stahlschrott (im Folgenden Schrott genannt).

Die CO₂-Emissionen der Verfahrensrouten werden ermittelt pro Tonne Rohstahl flüssig vor der Stranggießanlage.

Dabei werden nur die am Anlagenstandort anfallenden direkten **Scope I** CO₂-Emissionen der betriebenen Anlagen berücksichtigt. Für die Direktreduktionsanlage werden die CO₂-Emissionen für den Betrieb mit Erdgas und Wasserstoff ermittelt. Das erzeugte DRI geht mit seiner CO₂-Upstream Emission je nach Einsatzanteil in die Ermittlung der CO₂-Emission des Elektrolichtbogenofens ein.

Die CO₂-Emissionen der Verfahrensrouten werden unter Berücksichtigung der fremd bezogenen elektrischen Energie als indirekte **Scope II** CO₂-Emission zum Vergleich dargestellt. Dabei wird die CO₂-Last des Strommixes Deutschland nach Umweltbundesamt für 2022 mit 0,434 kg/kWh und grüner Strom mit 0 kg/kWh angesetzt.

Scope III CO₂-Emissionen (z.B. die CO₂-Last der vom Weltmarkt bezogenen Eisenerzpellets) werden nicht berücksichtigt.

Besonderheiten und Auswirkungen der unterschiedlichen Betriebseinstellungen werden kommentiert.

Die Ergebnisse werden schriftlich und in Tabellenform dargestellt.

Ergebnisse

Rahmenbedingungen der Abschätzung von CO₂-Emissionen der Direktreduktion–Elektrolichtbogenofen-Route:

In der Direktreduktion-Schachtofenanlage wird ein DRI mit einem Eisengehalt von 92 % und einem Gangartanteil (Anteil an Gesteinsfragmenten) von ca. 4,5 % erzeugt, d.h., in der Direktreduktionsanlage werden Direktreduktions-Pellets eingesetzt.

Das DRI wird heiß (ca. 600° C) im Elektrolichtbogenofen eingesetzt.

Der Reduktionsmittelverbrauch der Direktreduktions-Schachtofenanlage beträgt 10 GJ/t DRI entsprechend einem Erdgasverbrauch von 158 kg (315 m³) pro t DRI oder einem Wasserstoffverbrauch von 84,2 kg (938 m³) pro t DRI.

Zur Verschlackung der Gangart des DRI, der Kohleasche etc. werden Branntkalk und Dolokalk verwendet, die unter dem Begriff Zuschlagstoffe zusammengefasst sind. Sie enthalten geringe Gehalte an CO₂ und führen somit zu direkten Emissionen (Scope 1). Da in Dillingen kein Kalkbrennofen betrieben wird, werden für den Einsatz von Branntkalk keine „Upstream“-Emissionen berücksichtigt.

Beim Einsatz von Erdgas als Reduktionsmittel in der Direktreduktionsanlage wird ein DRI mit 2,5 % Kohlenstoff-Gehalt und beim Einsatz von Wasserstoff als Reduktionsmittel ein DRI mit 0 % Kohlenstoff-Gehalt erzeugt.

Der Einsatz von Kohle im Elektrolichtbogenofen ist zur Schaumschlackenbildung sowie als Kohlungs- und Reduktionsmittel erforderlich.

DRI-Erzeugung mit Erdgas als Reduktionsmittel, Einsatz von 100 % DRI oder 80 % DRI und 20 % Schrott im Elektrolichtbogenofen

Die CO₂-Emissionen der DRI-EAF-Route mit Erdgas als Reduktionsmittel und einem DRI-Einsatz von 100 % im EAF ergeben eine CO₂-Emission je Tonne Rohstahl flüssig von 691 kg, **Tabelle 1**. Das entspricht einer CO₂-Minderung von 60 % im Vergleich zur Hochofen-Konverter-Route (ca. 1.742 kg CO₂/t Rohstahl flüssig als Durchschnitt Europa Scope I - Emissionen).

(Zum Vergleich: Unter Berücksichtigung der CO₂-Last der elektrischen Energie als Scope II Emission (0,434 g/kWh) liegt die CO₂-Emission dieser erdgasbasierten Route bei 985 kg/t Rohstahl flüssig.)

Tabelle 1: DR-EAF-Route mit Einsatz von Erdgas als Reduktionsmittel und 100 % DRI im EAF

Direktreduktion-Schachtofen								
	Einheit	Einsatzstoffe	C-Gehalt	Emissionsfaktoren		Spezifische Emissionen		Gesamtemissionen
				Direkt	Upstream	Direkt	Upstream	
		Einheit/t DRI	kg C/Einheit	kg CO ₂ /Einheit	kg CO ₂ /Einheit	kg CO ₂ /t DRI	kg CO ₂ /t DRI	kg CO ₂ /t DRI
Stückerze	kg							
Pellets	kg	1400						
Erdgas	GJ	10	15,28	56,03		560,3		560,3
Wasserstoff	GJ							
Strom	kWh	100						
Sauerstoff	m ³ (S.P.T.)	30						
C-Gehalt DRI	%	2,5						
DRI	kg	1000	0,025	0,0916		-91,6		-91,6
Net						468,7	0	468,7
Elektrolichtbogenofen								
	Einheit	Einsatzstoffe	C-Gehalt	Emissionsfaktoren		Spezifische Emissionen		Gesamtemissionen
				Direkt	Upstream	Direkt	Upstream	
		Einheit/t Stahl flüssig	kg C/Einheit	kg CO ₂ /Einheit	kg CO ₂ /Einheit	kg CO ₂ /t Stahl flüssig	kg CO ₂ /t Stahl flüssig	kg CO ₂ /t Stahl flüssig
DRI	kg	1150	0,025	0,0917	0,51912	105,46	525,67	631,13
Schrott	kg							
Zuschlagstoffe	kg	50	0,0065	0,0238		1,19		1,19
Legierungsmittel	kg	30	0,075	0,275		8,25		8,25
Graphitelektroden	kg	3	0,999	3,663		10,99		10,99
Kohle	kg	10	0,819	3,003		30,03		30,03
Erdgas	GJ	0,16	15,28	56,03		8,96		8,96
Strom	kWh	500						
Sauerstoff	m ³ (S.P.T.)	42						
C-Gehalt im Stahl	%	0,04	0,0004			0		
Rohstahl flüssig	kg	1000				164,88	525,67	690,55

Elektrolichtbogenöfen können mit einem Eisenmetall-Einsatz bestehend aus Schrott, DRI, HBI (Hot Briquetted Iron) sowie festem und flüssigem Roheisen betrieben werden, wobei bezogen auf Schrott und DRI-Einsatz Spannweiten von 100 % Schrott bis 100 % DRI möglich sind.

Das Recycling von Schrott ist eines der ältesten Recyclingverfahren der Welt. Schrott ist ein wichtiger Rohstoff für die Stahlerzeugung und seine Wiederverwertung kennzeichnet die sehr hohe Recyclingfähigkeit des Werkstoffes Stahl. Das Recycling von Schrott trägt nachhaltig zu einer CO₂-Minderung in der Stahlindustrie bei, da hierbei anders als bei Eisenerzen keine Reduktion von Sauerstoff durchgeführt werden muss.

Bei den Bemühungen der Stahlindustrie, ihre CO₂-Emissionen bei der Produktion zu senken, stand daher schon immer die Erhöhung des Einsatzes von Schrott im Fokus.

Da in einem Hüttenwerk bei der Produktion zwangsläufig Eigenschrott bzw. Kreislaufschrötte anfällt ist es wirtschaftlich und ökologisch sinnvoll, diesen bei der eigenen Stahlerzeugung auch rohstofflich wieder zu verwerten.

Der Einsatz von 20 % Schrott und 80 % DRI im Elektrolichtbogenofen führt zu einer CO₂-Emission von 577 kg/t Rohstahl flüssig, **Tabelle 2**. Im Vergleich zu einem Betrieb mit 100 % DRI führt der Einsatz von anteilig 20 % Schrott zu einer Verminderung der CO₂-Emission um 16,4 % und im Vergleich zur Hochofen-Konverter-Route um 66,9 %. Diese Einsparung an CO₂-Emission ist nahezu ausschließlich auf die Verringerung des Einsatzes von auf Erdgasbasis als Reduktionsmittel hergestelltem und damit CO₂-belasteten DRI zurückzuführen.

Tabelle 2: DR-EAF-Route mit Einsatz von Erdgas als Reduktionsmittel und 80 % DRI / 20 % Schrott im EAF

Direktreduktion-Schachtofen				Emissionsfaktoren		Spezifische Emissionen		Gesamtemissionen
	Einheit	Einsatzstoffe	C-Gehalt	Direkt	Upstream	Direkt	Upstream	
		Einheit/t DRI	kg C/Einheit	kg CO ₂ /Einheit	kg CO ₂ /Einheit	kg CO ₂ /t DRI	kg CO ₂ /t DRI	kg CO ₂ /t DRI
Stückerze	kg							
Pellets	kg	1400						
Erdgas	GJ	10	15,28	56,03		560,3		560,3
Wasserstoff	GJ							
Strom	kWh	100						
Sauerstoff	m ³ (S.P.T.)	30						
C-Gehalt DRI	%	2,5						
DRI	kg	1000	0,025	0,0916		-91,6		-91,6
Net						468,7	0	468,7
Elektrolichtbogenofen				Emissionsfaktoren		Spezifische Emissionen		Gesamtemissionen
	Einheit	Einheit/t Stahl flüssig	kg C/Einheit	kg CO ₂ /Einheit	kg CO ₂ /Einheit	kg CO ₂ /t Stahl flüssig	kg CO ₂ /t Stahl	kg CO ₂ /t Stahl flüssig
DRI	kg	920	0,025	0,0917	0,4687	84,36	431,2	515,56
Schrott	kg	210	0,0004	0,015		0,32		0,32
Zuschlagstoffe	kg	47	0,0065	0,0238		1,12		1,12
Legierungsmittel	kg	30	0,075	0,275		8,25		8,25
Graphitelektroden	kg	2,7	0,999	3,663		9,89		9,89
Kohle	kg	11	0,819	3,003		33,03		33,03
Erdgas	GJ	0,16	15,28	56,03		8,96		8,96
Strom	kWh	470						
Sauerstoff	m ³ (S.P.T.)	42						
C-Gehalt im Stahl	%	0,04	0,0004			0		
Rohstahl flüssig	kg	1000				145,93	431,2	577,13

Diese Rahmenbedingungen und Befunde sprechen für die Wiederverwendung eines qualitativ hochwertigen Stahlschrottes zusammen mit dem eigen erzeugten DRI zur Herstellung von Stahlsorten, die auch über die Hochofen-Konverter-Route üblicherweise erzeugt werden.

DRI-Erzeugung mit grünem Wasserstoff als Reduktionsmittel, Einsatz von 100 % DRI oder 80 % DRI und 20 % Schrott

Für das Jahr 2050 wird davon ausgegangen, dass die Stromerzeugung nahezu zu 100 % „grün“ erfolgt und damit auch grüner Wasserstoff in ausreichender Menge verfügbar ist. Die Reduktion der Eisenerze (Pellets) in der DRI-Anlage erfolgt ausschließlich mit Wasserstoff als Reduktionsmittel. Auch der Betrieb der Erdgas-Sauerstoff-Brenner wird auf Betrieb von Wasserstoff-Brennern umgestellt.

Die Direktreduktionsanlage hat damit keine Scope I-CO₂- Emissionen. Das Produkt DRI bringt somit auch keine „CO₂-Fracht“ bei seinem Einsatz in den Elektrolichtbogenofen.

Bei der Fahrweise des Elektrolichtbogenofens mit 100 % DRI-Einsatz beträgt die CO₂-Emission nur noch 57 kg/t Rohstahl flüssig, **Tabelle 3**. Diese entstehen bei der Produktion durch die direkten CO₂-Emissionen der erforderlichen Einsatzstoffe Zuschläge, Legierungsmittel und Kohle sowie den Elektrodenabbrand.

Tabelle 3: DR-EAF-Route mit Einsatz von Wasserstoff als Reduktionsmittel und 100 % DRI im EAF

Direktreduktion-Schachtofen				Emissionsfaktoren		Spezifische Emissionen		Gesamtemissionen
		Einsatzstoffe	C-Gehalt	Direkt	Upstream	Direkt	Upstream	
	Einheit	Einheit/t DRI	kg C/Einheit	kg CO ₂ /Einheit	kg CO ₂ /Einheit	kg CO ₂ /t DRI	kg CO ₂ /t DRI	kg CO ₂ /t DRI
Stückerze	kg							
Pellets	kg	1400						
Erdgas	GJ							
Wasserstoff	GJ	10						
Strom	kWh	100						
Sauerstoff	m ³ (S.P.T.)	30						
C-Gehalt DRI	%	0						
DRI	kg	1000						
Net						0	0	0
Elektrolichtbogenofen				Emissionsfaktoren		Spezifische Emissionen		Gesamtemissionen
			C-Gehalt	Direkt	Upstream	Direkt	Upstream	
	Einheit	Einheit/t Stahl flüssig	kg C/Einheit	kg CO ₂ /Einheit	kg CO ₂ /Einheit	kg CO ₂ /t Stahl flüssig	kg CO ₂ /t Stahl flüssig	kg CO ₂ /t Stahl flüssig
DRI	kg	1150						
Schrott	kg							
Zuschlagstoffe	kg	50	0,0065	0,0238		1,19		1,19
Legierungsmittel	kg	30	0,075	0,275		8,25		8,25
Graphitelektroden	kg	3	0,999	3,663		10,99		10,99
Kohle	kg	12	0,819	3,003		36,36		36,36
Wasserstoff	GJ	0,16						
Strom	kWh	500						
Sauerstoff	m ³ (S.P.T.)	42						
C-Gehalt im Stahl	%	0,04	0,0004			0		
Rohstahl flüssig	kg	1000				56,79	0	56,79

Bei Veränderung der Fahrweise des Elektrolichtbogenofens beim Eisenmetall-Einsatz auf 80 % DRI und 20 % Schrott fällt die CO₂-Emission mit 53 kg/t Rohstahl flüssig noch etwas niedriger aus als bei der Fahrweise ohne Schrott, **Tabelle 4**.

Die CO₂-Emissionen der wasserstoffbasierten Route Direktreduktion-Elektrolichtbogenofen sind für den Einsatz von 100 % DRI und 80 % DRI / 20 % Schrott mit 57 bzw. 53 kg/t Rohstahl flüssig nahezu identisch. Gegenüber der Hochofen-Konverter-Route entspricht dies einer CO₂-Minderung von 97 %. Möglich wäre eine weitere CO₂-Minderung auf 24 bzw. 20 kg CO₂/t Rohstahl flüssig bei Ersatz von fossiler Kohle durch CO₂-neutrale Bio-Brennstoffe im Elektrolichtbogenofen, sofern Bio-Brennstoffe verfügbar sind.

Was für den Einsatz von 20 % Schrott in diesem Szenario weiterhin spricht, ist der damit verbundene Beitrag zur Ressourcenschonung und Wirtschaftlichkeit. Zudem ist darauf hinzuweisen, dass der Einsatz von 20 % Schrott im Vergleich zum Einsatz von 100 % DRI zu einer Verringerung der Schlackenmenge sowie zu einem niedrigeren Strom- und Elektrodenverbrauch im Elektrolichtbogenofen führen kann. Zudem führt eine Reduzierung des DRI-Einsatzes im Elektrolichtbogenofen von 100 % auf 80 % zu einer „Einsparung“ von ca. 230 kg DRI/t Rohstahl flüssig und damit verbunden auch zu einem niedrigeren korrespondierenden Bedarf der Einsatzstoffe Eisenerzpellets und Wasserstoff.

Tabelle 4: DRI-EAF-Route mit Einsatz von Wasserstoff als Reduktionsmittel und 80 % DRI / 20 % Schrott im EAF

Direktreduktion-Schachtofen								
			Emissionsfaktoren			Spezifische Emissionen		Gesamtemissionen
	Einheit	Einheit/t DRI	C-Gehalt kg C/Einheit	Direkt kg CO ₂ /Einheit	Upstream kg CO ₂ /Einheit	Direkt kg CO ₂ /t DRI	Upstream kg CO ₂ /t DRI	kg CO ₂ /t DRI
Stückerze	kg							
Pellets	kg	1400						
Erdgas	GJ							
Wasserstoff	GJ	10						
Strom	kWh	100						
Sauerstoff	m ³ (S.P.T.)	30						
C-Gehalt DRI	%	0						
DRI	kg	1000						
Net						0	0	0
Elektrolichtbogenofen								
			Emissionsfaktoren			Spezifische Emissionen		Gesamtemissionen
	Einheit	Einheit/t Stahl flüssig	C-Gehalt kg C/Einheit	Direkt kg CO ₂ /Einheit	Upstream kg CO ₂ /Einheit	Direkt kg CO ₂ /t Stahl flüssig	Upstream kg CO ₂ /t Stahl flüssig	kg CO ₂ /t Stahl flüssig
DRI	kg	920						
Schrott	kg	210	0,0004	0,0015		0,32		0,32
Zuschlagstoffe	kg	47	0,0065	0,0238		1,12		1,12
Legierungsmittel	kg	30	0,075	0,275		8,25		8,25
Graphitelektroden	kg	2,7	0,999	3,663		9,89		9,89
Kohle	kg	11	0,819	3,003		33,03		33,03
Wasserstoff	GJ	0,16						
Strom	kWh	470						
Sauerstoff	m ³ (S.P.T.)	42						
C-Gehalt im Stahl	%	0,04	0,0004				0	
Rohstahl flüssig	kg	1000				52,61	0	52,61

Fazit

Das „**Worst Case Scenario**“ für den CO₂-Fachbeitrag zu den Bebauungsplanverfahren „Sondergebiet CO₂-arme Stahlproduktion“ in Dillingen/Saar und in Saarlouis“ führt für die Direktreduktion-Elektrolichtbogenofen-Route mit Erdgas als Reduktionsmittel und einem Einsatz von 100 % DRI im Elektrolichtbogenofen zu einer Scope 1 CO₂-Emission von **691 kg/t Rohstahl flüssig**. Bei anteiligem Einsatz von 20 % Schrott verringert sich die CO₂-Emission um 16,4 % auf **577 kg/t Rohstahl flüssig**.

Für das „**Best Case Scenario**“ beim Einsatz von „grünem“ Wasserstoff in der Direktreduktion-Elektrolichtbogenofen-Route liegt die CO₂-Emission beim Einsatz von ausschließlich DRI im Elektrolichtbogenofen bei **57 kg CO₂/t Rohstahl flüssig** und mit einem Anteil von 20 % Schrott bei **53 kg CO₂/t Rohstahl flüssig**.

Was für den Einsatz von 20 % Schrott in diesem Szenario weiterhin spricht, ist der damit verbundene Beitrag zur Ressourcenschonung und Wirtschaftlichkeit, zumal bei der Produktion im Hüttenwerk zwangsläufig Eigen- bzw. Kreislaufschrött anfällt, der somit rohstofflich wiederverwertet wird.

Schrifttum

Aichinger, M.: Technologievergleich von Elektrostahlverfahren; Masterarbeit, Montanuniversität Leoben, März 2015

Millner, R.; Rothberger, J.; Rammer, B.; Böhm, C.; Sterrer, W.; Ofner, H.; Chevier, V.: MIDREX H₂ – The Road to CO₂-free Direct Reduction

www.energiron.com; Energiron Plants, 20.01.2012

Lüngen, H.B.; Schmöle, P.: History, developments and processes of direct reduction of iron ores; Proceedings METEC & 6th ESTAD 2023, Düsseldorf, Germany, 12.-16. Juni 2023

Pfeifer, H.: Stoff- und Energiebilanz; Elektrostahlerzeugung; Hrsg. Verlag Stahleisen, 1997, S. 112/127

Walden, K.: Metallurgie bei Eisenschwammeinsatz; Elektrostahlerzeugung; Hrsg. Verlag Stahleisen, 1997, S. 503/511

Pfeifer, H.; Schmitz, N.: Dekarbonisierung von Downstream-Prozessen; Seminar „Transformation der Stahlindustrie“ am 21. November 2023, Düsseldorf, Stahl-Akademie des Stahlinstituts VDEh

Krause, F.; Kemminger, A.; Odenthal, H.-J.; Wilkomm, J.; Schleifenbaum, H.; Goßrau, C.; Wirsum, M.; Cameron, F.; Ren, Y.; Pitsch, H.: Design, simulation and testing of additive manufactured hydrogen burners used in the EAF; Proceedings der 9. EOSC und 6. CTSI, Aachen, Deutschland, 17. Bis 20. Oktober 2022

2024 AIST Electric Arc Furnace Roundup: Iron & Steel Technology, Januar 2024, Seiten 170/195