

DIN EN ISO 19694-2

Diese Norm ist Bestandteil des VDI/DIN-Handbuches Reinhaltung der Luft, Band 2.

ICS 13.040.40

Einsprüche bis 2014-11-12

Entwurf**Emissionen aus stationären Quellen –
Bestimmung von Treibhausgasen (THG) aus energieintensiven
Industrien –****Teil 2: Stahl- und Eisenindustrie (ISO/DIS 19694-2:2014);
Deutsche Fassung prEN ISO 19694-2:2014**

Stationary source emissions –

Greenhouse Gas (GHG) emissions in energy-intensive industries –

Part 2: Iron and steel industry (ISO/DIS 19694-2:2014);

German version prEN ISO 19694-2:2014

Émissions de sources fixes –

Détermination des émissions des gaz à effet de serre dans les industries à forte intensité
énergétique –

Partie 2: Industrie de l'acier (ISO/DIS 19694-2:2014);

Version allemande prEN ISO 19694-2:2014

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2014-09-12 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und
Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses
Entwurfes besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal des DIN unter www.entwuerfe.din.de bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an krdl@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/stellungnahme oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an die Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN - Normenausschuss KRdL, 40002 Düsseldorf, Postfach 10 11 39 (Hausanschrift: VDI-Platz 1, 40468 Düsseldorf).

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten
Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 91 Seiten

Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN - Normenausschuss KRdL

Nationales Vorwort

Der Text dieses Dokuments wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 264 „Luftbeschaffenheit“ in der Arbeitsgruppe (WG) 33 „Bestimmung von Treibhausgasen (THG) aus energieintensiven Industrien“ erarbeitet. Entsprechend der Wiener Vereinbarung wird in Kooperation mit dem Technischen Komitee ISO/TC 146 „Luftbeschaffenheit“, SC 1 „Emissionen aus stationären Quellen“, dessen Sekretariat von NEN gehalten wird, dieser Normentwurf als prEN ISO 19694-2 veröffentlicht. Ziel dieser Vorgehensweise ist es, durch parallele Abstimmungsverfahren die gleichzeitige Anerkennung als ISO- und EN-Norm herbeizuführen.

An der Erstellung dieses Normentwurfs waren deutsche Experten des Arbeitsausschusses NA 134-01-90 AA „Spiegelgremium zu CEN/TC 264/WG 33“ Fachbereichs I „Umweltschutztechnik“ der Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN – Normenausschuss KRdL – beteiligt.

Emissionen aus stationären Quellen — Bestimmung von Treibhausgasen (THG) aus energieintensiven Industrien — Teil 2: Stahl- und Eisenindustrie (ISO/DIS 19694-2:2014)

Émissions de sources fixes — Détermination des émissions des gaz à effet de serre dans les industries à forte intensité énergétique — Partie 2 : Industrie de l'acier (ISO/DIS 19694-2:2014)

Stationary source emissions — Greenhouse Gas (GHG) emissions in energy-intensive industries — Part 2: Iron and steel industry (ISO/DIS 19694-2:2014)

ICS:

Deskriptoren:

Dokument-Typ: Europäische Norm
Dokument-Untertyp:
Dokumentstufe: parallele Umfrage
Dokumentsprache: D
STD Version 2.5a

Inhalt

	Seite
Vorwort	3
Einleitung	4
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	6
4 Umfang der Berichterstattung der Eisen- und Stahlindustrie	10
5 Grundsätze der Bestimmung von CO₂-Emissionen	15
6 Bestimmung des CO₂-Einflusses auf Werksebene	18
7 Beurteilung der CO₂-Emissionseffizienz	22
8 Bestimmung der CO₂-Referenzwerte	35
9 Beurteilung der Datenqualität	36
10 Unsicherheitsbewertung	38
Anhang A (informativ) Definition der technischen Prozessgrenzen	41
Anhang B (informativ) Produkte und Nebenprodukte der Eisen- und Stahlindustrie	47
Anhang C (informativ) Standardwerte für Emissionsfaktoren und vorgelagerte Daten	54
Anhang D (informativ) Emissionsfaktoren für Strom in stahlproduzierenden Ländern	57
Anhang E (informativ) Beispiele für die Anwendung der Kohlenstoffbilanzmethodik	60
Anhang F (informativ) Beurteilung der Effizienz in Bezug auf verarbeitungsbedingte Emissionen auf Werksebene	64
Anhang G (informativ) Bewertung der CO₂-bezogenen Produktionskosten für Schlacke aus der Roheisenherstellung und für Schrott	67
Anhang H (informativ) Bestimmung der Prozesseffizienz	69
Anhang I (informativ) Beschreibung der Prüfung von Prozessdaten	76
Anhang J (informativ) Probenahme, Analyse und Unsicherheit	81
Anhang K (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der EU-Richtlinien 2000/76/EG, 2001/80/EG und 2003/87/EG	88
Literaturhinweise	89

Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 19694-2:2014) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 146 „Air quality“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 264 „Air quality“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur parallelen Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wurde unter einem Mandat erarbeitet, das die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelszone dem CEN erteilt haben, und unterstützt grundlegende Anforderungen der EU-Richtlinien.

Zum Zusammenhang mit EU-Richtlinien siehe informativen Anhang K, der Bestandteil dieses Dokuments ist.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO/DIS 19694-2:2014 wurde vom CEN als prEN ISO 19694-2:2014 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Einleitung

Die Stahlindustrie ist sich der dringenden Notwendigkeit bewusst, dem Klimawandel entgegenzutreten. Um die globale Erwärmung zu verlangsamen bzw. zu stoppen, ist eine weltweite Reduktion der Treibhausgasemissionen erforderlich. Um sich an der Umsetzung dieses Ziels zu beteiligen, müssen Stahlproduktionsstandorte, die einen erheblichen Anteil am Ausstoß von Treibhausgasen zu verzeichnen haben, zunächst den Umfang ihrer CO₂-Emissionen bei der Herstellung von Stahlerzeugnissen erfassen, um im nächsten Schritt Möglichkeiten zu ermitteln, wie diese Emissionen verringert werden können.

Die Stahlproduktion umfasst komplexe chemische Reaktionen, verschiedene Heizzyklen und die Wiederaufbereitung verschiedener Nebenprodukte. Dabei wird eine Vielzahl von Eingangsmaterialien, darunter Rohstoffe, Reaktionsmittel, Brennstoff- und Wärmequellen in eine breite Palette von Stahlerzeugnissen, Nebenprodukten, Abfallmaterialien und Abwärme umgewandelt.

An Stahlproduktionsstandorten werden verschiedene Produkte hergestellt, darunter Blecherzeugnisse, Langerzeugnisse, Rohre und vieles mehr. Darüber hinaus erfolgt die Herstellung von Hochleistungstahlerzeugnissen aus Sonderstahl, die durch verschiedene Teilprozesse wie Mikrolegieren und Oberflächenbehandlungen wie Verzinken und Beschichten erreicht werden, wofür zusätzliche Wärmebehandlungen erforderlich sind. Daher gleicht weltweit kein Stahlproduktionsstandort exakt dem anderen, und eine Effizienzbeurteilung sollte unabhängig von der Produktionsstruktur erfolgen.

Die Klimaschutzregelungen jedes Landes machen es erforderlich, dass Stahlunternehmen Verfahren zur Verringerung der CO₂-Emissionen aus Stahlproduktionsstandorten bei laufender Produktion ihrer Erzeugnisse mit diesen diversen und komplexen Prozessen entwickeln. Dafür sind allgemeingültige gemeinsame Kennzahlen zur Bestimmung der CO₂-Emissionen eines Standortes wünschenswert.

Derzeit liegt der Fokus auf der Erstellung von CO₂-Emissionsinventaren auf Anlagenebene, aus denen sich eine CO₂-Intensität je Referenzprodukteinheit, üblicherweise „Rohstahl“, ableiten lässt. ISO TC 17/SC/WG 21 hat einen Normungsvorschlag zur Bestimmung dieser CO₂-Intensität auf gemeinsamer Grundlage eingebracht, und zwar in Anlehnung an das von der World Steel Association entwickelte und als Leitlinie mit dem Titel „CO₂ Emissions Data Collection User Guide“ veröffentlichte Verfahren. Dabei wird die Intensität der CO₂-Emissionen von Stahlwerken unabhängig von den verschiedenen angewendeten Prozessarten, hergestellten Produkten und geographischen Merkmalen berechnet.

Obwohl sie erste Erkenntnisse zu den CO₂-Emissionen liefert, ist mit der „CO₂-Intensität“ keine brauchbare Effizienzschätzung möglich, da der errechnete Wert primär von der Produktionsstruktur des Werkes abhängt, wobei das Produktionsniveau der verschiedenen Prozesse und die mögliche Nutzung externer Brennstoffe zur Effizienzermittlung die größte Rolle spielen.

Angesichts dieser Schwierigkeit hat die europäische Stahlindustrie seit 2005 nach Lösungen gesucht, die unter Berücksichtigung der durch die unterschiedlichen Anlagenstrukturen auftretenden Probleme gleiche Bedingungen für die Beurteilung der CO₂-Emissionen und die Einschätzung des Verbesserungspotenzials eines Standortes ermöglichen. Dazu ist es, anders als beim Verfahren der „CO₂-Intensität“, erforderlich, anstelle von globalen Anlagendaten die Prozessebene zu betrachten, und dieser Vorschlag legt Methodiken zur Beurteilung der CO₂-bezogenen Effizienz von Prozessen fest, die anschließend auf Anlagen- oder Konzernebene konsolidiert werden.

Die europäische Eisen- und Stahlindustrie ist an der Entwicklung derartiger Normen mit besonderer Betonung auf dem zweiten Aspekt, der Emissionseffizienz, aus folgenden Gründen interessiert:

- a) Obwohl das Emissionsinventar ein wichtiges Thema ist, das so gut wie möglich behandelt werden muss, liefert es keinen eindeutigen Anhaltspunkt für die Leistung, was auf den Einfluss des Produktionswegs

der Stahlproduktion zurückzuführen ist, bei dem mehrere Prozesse mit unterschiedlichen Auslastungsgraden ablaufen, und auf die besondere Situation dieses Sektors im Hinblick auf die Erzeugung großer Mengen von Gas als Nebenprodukt. In der Norm wird eine Methodik zur Definition des Emissionsinventars mit einer zusätzlichen Behandlung der Daten zur Verbesserung der Beurteilung der THG-Auswirkungen vorgeschlagen.

- b) Die Eisen- und Stahlindustrie ist an der Entwicklung einer Methodik interessiert, die eine gerechte und zuverlässige Beurteilung der treibhausgasbezogenen Effizienz jedes einzelnen Prozesses des Produktionswegs zulässt. Eine derartige Methodik würde ein eindeutiges System schaffen, um:
- 1) die globale Treibhausgaseffizienz einer Stahlproduktionsanlage unter Berücksichtigung ihrer Produktionsstruktur zu bewerten;
 - 2) eine verlässliche Grundlage für die Bewertung des Treibhausgasreduktionspotenzials einer Anlage und der beteiligten Prozesse zu schaffen;
 - 3) eine Basis für die genaue Evaluierung neuer Technologien zu bilden.

Diese Norm steht dem Inhalt bzw. der Anwendung weiterer Normen oder Rechtsvorschriften nicht entgegen. Vor allem im Hinblick auf die Zuweisung eines CO₂-Werts für Schlacke, Schrott oder sonstige Ströme sind die in dieser Norm dargelegten Grundsätze innerhalb der Grenzen dieser Norm und ausschließlich in Anwendung dieser Norm zum Einsatz zu bringen.

1 Anwendungsbereich

Die vorliegende Norm *Emissionen aus stationären Quellen — Bestimmung von Treibhausgasen (THG) aus energieintensiven Industrien — Teil 2: Eisen- und Stahlindustrie* stellt eine harmonisierte Methodik zur Berechnung der Treibhausgasemissionen der Stahlindustrie bereit.

Diese Norm gilt für Werke, die die zahlreichen Produkte, welche das Ergebnis der Stahlproduktion und der nachgelagerten Verarbeitungswege sind, herstellen.

Diese Norm behandelt die spezifischen Aspekte zur Bestimmung von Treibhausgasemissionen aus diesem Sektor und die Beurteilung der emissionsbezogenen Effizienz. Sie ist in Verbindung mit der Übersichtsnorm prEN 19694-1, *Emissionen aus stationären Quellen — Bestimmung von Treibhausgasen (THG) aus energieintensiven Industrien — Teil 1: Allgemeine Grundsätze* anzuwenden, in der allgemeine Grundsätze behandelt sind und die ein generisches Dokument darstellt. Sie enthält allgemeine Anforderungen, Definitionen und Regeln, die für die Bestimmung der Treibhausgasemissionen aus allen energieintensiven Sektoren gelten, beschreibt gemeinsame methodische Aspekte und legt die Einzelheiten zur Anwendung dieser Regeln fest.

Gemeinsam stellen diese Normen ein harmonisiertes Verfahren bereit zur

- a) Messung, Prüfung und Quantifizierung von Treibhausgasemissionen aus sektorspezifischen Quellen;
- b) Bewertung des Treibhausgasemissionsniveaus von Produktionsprozessen im zeitlichen Verlauf an Produktionsstandorten;
- c) Erarbeitung und Bereitstellung verlässlicher, genauer und hochwertiger Informationen für die Erstellung von Berichten und für Verifizierungszwecke.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

prEN 19694-1, *Emissionen aus stationären Quellen — Bestimmung von Treibhausgasen (THG) aus energieintensiven Industrien — Teil 1: Allgemeine Grundsätze*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

**3.1
alternative Brennstoffe**
Brennstoffe, die als Wärmeenergiequelle genutzt und nicht als konventionelle Brennstoffe eingeordnet werden

ANMERKUNG In einigen Industrien werden Abfälle wie Kunststoffe, Lösemittel, Altöl, Altreifen usw. und unterschiedliche Arten gemischter oder reiner Biomassebrennstoffe verwendet.

**3.2
biogener Kohlenstoff**
Kohlenstoff, der aus biogenen (pflanzlichen oder tierischen) Quellen stammt und bei dem es sich nicht um fossilen Kohlenstoff handelt

3.3

Biomasse

organisches Material, das aus lebenden Organismen besteht oder erst kürzlich aus diesen gewonnen wurde vor allem jenen, die als Brennstoff gelten, einschließlich der aus diesem Material gewonnenen Produkte, Nebenprodukte und Abfälle

3.4

Grenzen

organisatorische oder technische Grenzen eines Werkes oder einer Anlage

ANMERKUNG Die Formulierung „Anlagengrenze“ kann ebenfalls verwendet werden.

3.5

Kohlendioxid-Äquivalent

CO₂e

Einheit zum Vergleichen des Strahlungsantriebs eines Treibhausgases mit Kohlendioxid

ANMERKUNG Das Kohlendioxid-Äquivalent wird berechnet durch Multiplikation der Masse eines bestimmten Treibhausgases mit seinem Treibhauspotential.

3.6

CO₂-Zurechnungsregel

Regel, mit der CO₂-Emissionen dem Produkt und den Nebenprodukten eines Prozesses zugerechnet werden

3.7

Unternehmen

Tochter einer Gesellschaft oder eines Konzerns oder unabhängige Organisation

3.8

Gesellschaft oder Konzern

höhere Ebene einer Organisation

3.9

klimaneutrale CO₂-Emissionen

die Verbrennung klimaneutraler Brennstoffe führt über einen bestimmten Zeitraum zu keiner Erhöhung des Treibhausgasanteils in der Atmosphäre. CO₂-Emissionen aus erneuerbarer Biomasse sind klimaneutral, da sie in gleichem Umfang von Pflanzen aufgenommen und somit kompensiert werden

3.10

direkte Treibhausgasemissionen

Emissionen aus Quellen, die der berichtenden Organisation gehören oder die von dieser Organisation kontrolliert werden; Beispiele sind Emissionen aus Verbrennungsprozessen, unternehmenseigenen Fahrzeugen, Steinbruchgeräten usw.

3.11

Elektroofen

Stahlproduktionseinrichtung, die auf dem Einsatz von wiederverwertetem Schrott basiert, der in einem Lichtbogenofen (en: Electric Arc Furnace, EAF) geschmolzen wird. In Erweiterung kann diese Einrichtungsart auch eine Direktreduktion umfassen

3.12

Emissionsfaktor

Menge an Treibhausgasen, CO₂ bzw. CO₂-Äquivalenten (CO₂e_x), bezogen auf die Masse bei Materialien oder den Energieinhalt bei Brennstoffen

3.13

Anteilsrecht

bei diesem Ansatz konsolidiert eine Organisation (Gesellschaft, Konzern) oder ein Unternehmen ihre bzw. seine Treibhausgasemissionen entsprechend den (anteiligen) Rechten, die sie bzw. es an jedem Geschäft hält, d. h. nach Eigentümerschaft; ausnahmsweise nicht konsolidiert werden Emissionen bei sogenannten Anlageinvestitionen, bei denen ein Unternehmen nur einen kleinen Teil des Gesamtanteils eines Geschäfts innehat und weder einen signifikanten Einfluss noch finanzielle Kontrolle ausübt; weitere mögliche Ausnahmen beziehen sich auf die wirtschaftliche Substanz einer Beziehung (Einzelheiten siehe überarbeitetes WRI/WBCSD-Protokoll)

3.14

Werk

organisatorische Einheit zur Fertigung von Eisen- und Stahlerzeugnissen. Eine Einrichtung umfasst üblicherweise mehrere Anlagen, die Zwischen- oder Endprodukte fertigen

ANMERKUNG Die Bezeichnung Standort darf ebenfalls verwendet werden.

3.15

finanzielle Kontrolle

Fähigkeit eines Unternehmens, die finanzielle und betriebliche Ausrichtung eines Geschäfts so zu lenken, dass es aus dessen Tätigkeiten wirtschaftlichen Nutzen zieht

ANMERKUNG Eine finanzielle Kontrolle liegt in der Regel dann vor, wenn das Unternehmen ein Anrecht auf die Mehrheit der Gewinne aus dem Geschäft hat oder wenn es die Mehrheit der mit dem Eigentum an den Vermögenswerten des Geschäfts verbundenen Risiken und Chancen hält; bei diesem Ansatz konsolidieren Unternehmen 100 % der Emissionen dieser Geschäfte, über die sie die finanzielle Kontrolle ausüben; als Ausnahme ist eine Konsolidierung nach Anteilsrechten bei Gemeinschaftsunternehmen erforderlich, bei denen die Partner die gemeinsame finanzielle Kontrolle ausüben

3.16

fossiler Kohlenstoff

aus fossilem Brennstoff oder anderen fossilen Quellen gewonnener Kohlenstoff

3.17

Treibhausgase

THG

zu den im Anhang A des Kyoto-Protokolls aufgelisteten Treibhausgasen gehören: Kohlendioxid (CO₂), Methan (CH₄), Stickstoffoxid (N₂O), Perfluorkohlenstoffe (PFC), Fluorkohlenwasserstoffe (HFC) und Schwefelhexafluorid (SF₆)

3.18

Treibhauspotential

GWP (en: global warming potential)

berechnet als das Verhältnis des Strahlungsantriebs eines Kilogramms eines in die Atmosphäre freigesetzten Treibhausgases zum Strahlungsantrieb eines Kilogramms CO₂ über einen bestimmten Zeitraum (z. B. 100 Jahre)

3.19

indirektes CO₂-Äquivalent

Menge an CO₂, die für die Erzeugung einer Einheit eines Materials, von Energie oder Betriebsstoffen freigesetzt wird

3.20

indirekte Treibhausgasemissionen

Emissionen, die eine Folge der Tätigkeiten des berichtenden Unternehmens sind, jedoch an außerhalb der Systemgrenze liegenden Quellen auftreten, welche ein anderes Unternehmen besitzt oder kontrolliert

BEISPIEL Beispiele sind Emissionen, die im Zusammenhang stehen mit zugekaufter elektrischer Energie, zugekauften Waren, Dienstreisen und Produkttransporten in Fahrzeugen, die nicht im Besitz des berichtenden Unternehmens sind bzw. von diesem nicht kontrolliert werden, sowie Emissionen, die während des Gebrauchs von Produkten auftreten, die von dem berichtenden Unternehmen gefertigt werden

3.21

Inventar

quantifizierte Liste der Treibhausgasemissionen und -quellen einer Organisation

3.22

Leistungskennzahl

KPI (en: key performance indicator)

ein von der Industrie verwendeter Begriff für eine Art von Leistungsmaß

ANMERKUNG KPI werden üblicherweise von Organisationen verwendet, um deren Erfolg oder den Erfolg einer bestimmten Tätigkeit der Organisation zu beurteilen

3.23

Massenbilanzverfahren

Verhältnis zwischen der zugeführten und der abgeführten Masse eines bestimmten Stoffs in einem definierten System, unter Berücksichtigung der Bildung oder Zersetzung des betreffenden Stoffs in diesem System

[QUELLE: EN 16323:2011-10]

3.24

Normkubikmeter

m_N^3

Kubikmeter (bei 1 013 hPa und 0 °C)

3.25

Heizwert

NCV (en: net calorific value)

der Heizwert von Brennstoff ohne die in Wasserdampf enthaltene latente Wärme

Anmerkung 1 zum Begriff: Oft in GJ je Brennstoffeinheit angegeben.

Anmerkung 2 zum Begriff: Auch als unterer Heizwert bezeichnet.

3.26

Anlage

technische Einheit für die Fertigung eines bestimmten Produktes

Anmerkung 1 zum Begriff: Eine Anlage besteht aus verschiedenen Werkzeugen, die für die Ausführung eines Prozesses erforderlich sind.

3.27

Prozess

ein oder mehrere Arbeitsvorgänge, die ein bestimmtes Produkt oder eine Gruppe von Produkten liefern

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Bezeichnung Tätigkeit wird ebenfalls verwendet, jedoch häufiger in Tätigkeitsdaten, die die Grundlage von Treibhausgasschätzungen sind.

3.28

Prozessemissionen

Emissionen aus industriellen Prozessen, die chemische Umsetzungen umfassen, bei denen es sich nicht um Verbrennungen handelt, zum Beispiel Entkohlung und Reduktion durch Kohlenstoff

3.29

verarbeitungsbedingte Emissionen

Emissionen im Zusammenhang mit der Umwandlung von Vorprodukten in Produkte der nachgelagerten Verarbeitung unter Einbeziehung direkter und indirekter Emissionen aus Beschaffungen

Anmerkung 1 zum Begriff: Die verarbeitungsbedingten Emissionen umfassen nicht die indirekten Emissionen der Vorprodukte.

3.30

spezifische Emissionen

Emissionen, die auf der Grundlage des Ausstoßes je Einheit angegeben werden

BEISPIEL kg CO₂e je Tonne des Produktes.

3.31

Werkzeug

technische Einheit zum Ausführen eines bestimmten Arbeitsvorgangs

3.32

Gesamtemissionen

Summe aus den direkten und indirekten Emissionen

3.33

konventionelle Brennstoffe

in den Leitlinien des International Panel on Climate Change (IPCC) definierte fossile Brennstoffe, zu denen hauptsächlich Kohle, Petrolkoks, Braunkohle, Schiefer, Erdölprodukte und Erdgas gehören

4 Umfang der Berichterstattung der Eisen- und Stahlindustrie

4.1 Anlagen, Prozesse und Grenzen

Der Stahlproduktionsweg umfasst eine Anzahl von unterschiedlichen Prozessen, die vor Ort oder extern betrieben werden können. Auch können in jedem Prozess einige Arbeitsvorgänge extern durchgeführt werden oder auch einfach nicht vorhanden sein, sodass die Grenzen nicht gleich sind. Im Anschluss ist eine Liste der Prozesse aufgeführt, die in einer Stahlproduktionseinrichtung implementiert sein können. Ihre technischen Grenzen (Liste der Werkzeuge, die, sofern vorhanden, im Bericht anzugeben sind) sind in Anhang A angegeben.

4.1.1 Integrierte Stahlproduktion

Die entsprechenden Anlagen und Prozesse sind:

- a) Kokereianlage – Koksherstellung;
- b) Sinteranlage – Sintern;
- c) Pelletieranlage – Pelletherstellung;
- d) Hochofenanlage – Roheisenerzeugung;
- e) LD-Stahlwerk – Erzeugung von Rohstahl mit LD-konvertern, Sekundärmetallurgie und Gießanlagen.

4.1.2 Stahlproduktion im Lichtbogenofen

Die Stahlproduktion im Lichtbogenofen ist ein kürzerer Produktionsweg als die integrierte Route, da dabei in den meisten Fällen nur ein Elektroofen, Sekundärmetallurgie und eine Gießanlage dazu gehören.

4.1.3 Sonstige Eisenerzeugnisprozesse

Neben dem Hochofenprozess wurden einige alternative Prozesse entwickelt, um Primäreisen für zur Verwendung im Stahlproduktionsprozess herzustellen:

- a) gasbasierte Direktreduktionsanlage – DRI/HBI-Erzeugung;
- b) kohlebasierte Direktreduktionsanlage – DRI/HBI-Erzeugung;
- c) Schmelzreduktionsanlage – Roheisenerzeugung.
- d) .

4.1.4 Walzwerke

Um Rohstahlerzeugnisse in kommerzielle Produkte umzuwandeln, kommen verschiedene Arten von Warmwalzwerken zum Einsatz, von denen die Folgenden in dieser Norm betrachtet werden:

- a) Blockwalzwerk zum Umformen von Standgussblöcken;
- b) Knüppelwalzwerke;
- c) Warmbandwalzwerk und kombinierte Gieß-/walzanlagen zur Erzeugung von Flachstahl;
- d) Blechwalzwerke;
- e) Stab- und Profilstahlwalzwerke;
- f) Formstahlwalzwerk zur Herstellung von mittleren und schweren Profilen;
- g) Drahtwalzwerke;
- h) Nahtlosrohrwalzwerke.

4.1.5 Weiterverarbeitende Prozesse

Weiterverarbeitung wird nur bei Flacherzeugnissen durchgeführt, die erst durch eine weitere Abfolge von Arbeitsschritten in verschiedene Enderzeugnisse überführt werden. Aufgrund der großen Bandbreite an Produktgütern, die mit diesen Prozessen erreicht werden können, unterscheiden sich die Ergebnisse der Arbeitsvorgänge von Werk zu Werk erheblich; daher sind diese Prozesse von der Beurteilung der Prozess effizienz ausgenommen. Sollte ein Betreiber den Umfang der Beurteilung erweitern wollen, so ist die Berücksichtigung der im Folgenden aufgelisteten Prozesse möglich:

- a) Beizen;
- b) Kaltwalzen;
- c) Glühen, entweder Hauben- oder Durchlaufglühen;
- d) Feuerverzinken;
- e) elektrolytische Beschichtung, einschließlich galvanische Verzinkung, Verzinnung, Weißblech und sonstige Metallüberzüge;
- f) Anlagen für organische Beschichtung.

4.1.6 Sonstige Prozesse

Die übrigen Prozesse, die in einer Stahlwerk implementiert sein können, sind:

- a) Schmiedeanlagen;
- b) Wärmebehandlungsanlagen (für Bleche, Profile, Rohre und Schmiedestücke);
- c) Staubbehandlungsanlagen;
- d) Kalkanlage;
- e) Kessel und Kraftwerk;
- f) Luftzerlegungsanlagen;
- g) Fackeln für Überschussgas;
- h) sonstige Anlagen, einschließlich Büroräume, Werkstätten für die allgemeine Instandhaltung, interne Transporte, zentrale Wasseraufbereitung und Wasser- Druckluft- und Technische Gasenetze.

4.2 Produkte und Nebenprodukte

Ein Produkt ist das beabsichtigte Ergebnis einer Tätigkeit; dabei kann es sich um ein Endprodukt handeln, das an externe Kunden ausgeliefert wird, oder ein Zwischenprodukt, auch Halbzeug genannt, für eine nachgeschaltete Anlage bzw. einen nachgelagerten Prozess.

Es ist die Referenzproduktion einer Anlage oder eines Prozesses und kann mit entsprechenden Nebenprodukten oder Abfällen einhergehen. In dieser Norm sind nur Nebenprodukte berücksichtigt, die sich spürbar auf die Treibhausgasemissionen auswirken. Die vollständige Liste der Produkte und möglichen Nebenprodukte ist in Anhang B angegeben, und die Einteilung der Produkte ist im Folgenden vorgenommen.

4.2.1 Vorprodukte

Vorprodukte Produkte umfassen alle Produkte von den Ausgangsmaterialien bis zu den warmgewalzten Produkten, die die erste an den Kunden ausgelieferte Produktebene darstellen. Dabei handelt es sich um:

- a) Koks;
- a) Sinter;
- b) Pellets;
- c) direktreduziertes Eisen (DRI/HBI);
- d) flüssiges Roheisen;
- e) Rohstahl;
- f) Halbzeuge aus dem Vorwalzwerk;
- g) warmgewalzte Produkte.

4.2.2 Weiterverarbeitete Produkte

Weiterverarbeitete Produkte resultieren aus der ersten Umwandlung von warmgewalztem Stahl und betreffen vor allem Flacherzeugnisse. Dabei handelt es sich um:

- a) gebeizte Coils;
- b) kaltgewalzte Coils;
- c) geglühte Coils;
- d) feuerverzinkte Coils;
- e) galvanisch verzinkte Coils;
- f) Weißblechcoils;
- g) mit sonstigen Metallen beschichtete Coils
- h) organisch beschichtete Coils.

4.2.3 Sonstige Produkte

Sonstige Produkte sind:

- a) Schmiedestücke;
- b) wärmebehandelte Produkte;
- c) behandelter Staub direktreduziertes Eisen/Roheisen.

4.3 Energie, Betriebsstoffe und sonstige Materialien

Die Eisen- und Stahlindustrie nutzt eine große Anzahl von Energie, Betriebsstoffen und sonstigen Einsatzstoffen. Eine Anzahl dieser Ströme können sich aufgrund ihres Kohlenstoffgehalts und/oder der indirekten Emissionen, die mit deren Aufbereitung und Herstellung verbunden sind, auf die Treibhausgasemissionen auswirken. Basierend auf der Erfahrung bestehender Produktionsstandorte wird in Anhang B eine Liste mit folgender Einteilung vorgeschlagen:

- a) feste und flüssige Brennstoffe: Kohle, Koks, Anthrazit, Schweröl, Leichtöl, Dieselöl, LPG, Holzkohle, Altkunststoffe, Reifen und Sonstiges. B.3 enthält eine detaillierte Liste der in dieser Norm betrachteten festen und flüssigen Brennstoffe;
- b) gasförmige Brennstoffe: neben den durch Stahlproduktionsprozesse erzeugten vier Gasen (Kokereigas, Gichtgas, Schmelzreduktionsgas, Konvertergas), die als Nebenprodukte der entsprechenden Prozesse aufgeführt sind, nutzt die Eisen- und Stahlindustrie Erdgas, und zwar hauptsächlich für die Verbrennung, aber auch als Reduktionsmittel in Direktreduktionsöfen oder Hochöfen. An bestimmten Standorten können weitere Gase Anwendung finden, zum Beispiel Grubengas oder Überschussgas aus der Behandlung von Prozessgas;
- c) Energien und Hilfsstoffe: elektrische Energie, Wärme, Druckluft und technische Gase;
- d) sonstige Materialien wie Eisenerze, Schrott, Zuschlagstoffe, Legierungen und Elektroden;
- e) Reststoffe, bei denen es sich um Nebenprodukte oder Abfälle handeln kann, die aus den Prozessen hervorgehen, werden nur berücksichtigt, wenn sie sich auf die Bilanz der Treibhausgasemission auswirken.

4.4 Prozesse und Referenzprodukte

Die Beurteilung der Treibhausgasemissionen eines Prozesses erfordert als ersten Schritt die Bestimmung der CO₂-Emission des Prozesses, ausgedrückt als kg äquivalentes CO₂ je Tonne des Referenzprodukts. Die in die Effizienzanalyse einfließenden Referenzprodukte des Prozesses sind in Tabelle 1 beschrieben.

4.5 Einheiten

Die in dieser Norm verwendeten Einheiten sind:

- f) feste Stoffe: Tonne (t) als Trockenmaterial;
- g) flüssige Brennstoffe: Je nach örtlicher Praxis kann es sich bei der Einheit um Tonne (t) oder Kubikmeter (m³) handeln;
- h) gasförmige Brennstoffe: Der Stoffstrom jedes gasförmigen Brennstoffes kann entweder als eintausend Kubikmeter bei Normalbedingungen (10³ m³N – 0 °C, 1013 mbar) auf Trockenbasis angegeben werden oder als Heizwert in Gigajoule (GJ *ncv* (LCV)) mit Berücksichtigung von H₂O als Wasserdampf;
- i) Energie und technische Gase: Die Einheiten sind Megawattstunde (MWh) für elektrische Energie, Tonne (t) für Dampf und Warmwasser und tausend Kubikmeter bei Normalbedingungen (10³ m³N - 0 °C, 1 013 hPa) für technische Gase;
- j) Treibhausgas: Tonne äquivalentes CO₂ (t CO₂ äq).

Kraftwerke und Luftzerlegungsanlagen umfassen Prozesse mit mehreren Produkten (elektrische Energie, Dampf, Sauerstoff, Stickstoff und Argon) und werden leicht abweichend behandelt.

Tabelle 1 — Referenzprodukte von Prozessen

Prozess	Referenzprodukt
Koksherstellung	Gesamtmenge trockener Rampenkoks nach dem Kokslöschen, ohne Kokslösche oder Staub aus dem Trockenlöschen
Sintern	äquivalenter tatsächlich verwendeter Sinter, berechnet als Rohsinterproduktion × Siebverhältnis am Hochofen
Pelletherstellung	äquivalente tatsächlich verwendete Pellets, berechnet als Bruttopelletproduktion × Siebverhältnis am Hochofen
gasbasiertes DRI-Erzeugung	Gesamtmenge an DRI/HBI aus dem Prozess (einschließlich DRI-Siebabrieb)
kohlebasiertes DRI-Erzeugung	Gesamtmenge an DRI nach Trennung von Verkohlung und Flussmitteln (einschließlich DRI-Abrieb)
Roheisenherstellung im Hochofen Roheisenherstellung durch Schmelzreduktion	Gesamtmenge an flüssigem Roheisen am Abstichloch
Stahlproduktion aus LD- und Elektrostahlwerken incl. Blockwalzwerke ¹⁾	Gesamtmenge an Halbzeugen aus dem Stranggussverfahren zur anschließenden Verwendung + Menge an in Blockwalzwerken nicht verwendeten Blöcken + Menge an Halbzeugen aus Blockwalzwerken
Warmwalzen	Gesamtmenge an warmgewalzten Produkten zur anschließenden Verwendung
Sonstige Prozesse	Gesamtmenge des Produktes
Kalkbrennen	Gesamtmenge an erzeugtem Kalk + Dolomitkalk

5 Grundsätze der Bestimmung von CO₂-Emissionen

Der Bestimmung der CO₂-Emissionen liegt die Anwendung einer globalen Kohlenstoffbilanz auf Werks- oder Prozessebene zugrunde. Dieser Abschnitt stellt das Prinzip der Kohlenstoffbilanz vor und enthält wichtige Informationen zum Ursprung von Daten und zur Bestimmung von Emissionsfaktoren.

5.1 Prinzip der Kohlenstoffbilanz

Für jeden Prozess beginnt die Bestimmung der Effizienz mit der Bestimmung der CO₂-Emissionen, basierend auf einer Bilanz der Eingangs- und Ausgangsstoffe. Der jährliche Netto-Massenstrom jedes Materialstroms wird berichtet und unter Anwendung seines entsprechenden direkten Emissionsfaktors und indirekten Emissionsäquivalents die damit verbundene direkte und indirekte CO₂-Menge ermittelt. Die Gesamtemissionen aus dem Prozess werden wie folgt berechnet:

1) Beim Blockguss ist das Rohstahlerzeugnis nicht für das Warmwalzen bereit und muss in einem ersten Schritt vorgewalzt werden, um ein Halbzeug zu erhalten, das dem Rohstahl aus dem Strangguss ähnlich ist. Die Aufnahme des Blockwalzwerks in den Schritt der Rohstahlproduktion unterstreicht deutlich das Interesse daran, das Stranggießen auch zur Reduktion von Treibhausgasemissionen hin zu entwickeln.

Gleichung (1) – Grundformel zur Berechnung der Kohlenstoffbilanz

$$E_{\text{CO}_2} = \sum_1^n (\text{Nettonutzung}_i \times (EF_i + IEeq_i)) \quad (1)$$

Dabei ist

- E_{CO_2} die gesamte jährliche CO_2 -Emission;
- EF_i der Emissionsfaktor des Stoffstroms i ;
- $IEeq_i$ das indirekte Emissionsäquivalent des Stoffstroms i ;
- Nettoverbrauch_i der jährliche Nettomassenstrom des Stoffstroms i im Zustand trocken.

Der Nettoverbrauch wird auf Prozess- oder Werksebene aus der Differenz der Eingänge und Ausgänge berechnet. Die Bestimmung ist in Gleichung (3) für die Werksebene bzw. Gleichung (16) für die Prozessebene dargestellt. Die in einigen Texten verwendete Bezeichnung entspricht dem Nettoverbrauch.

5.2 Ermittlung der Tätigkeitsdaten und Eigenschaften von Brennstoffen und Materialien

In der Berechnung werden drei Arten von Daten verwendet, deren Ermittlung eine wichtige Rolle bei der Qualität des Ergebnisses spielt.

- Bei den Tätigkeitsdaten (Massen- oder Volumenströme, Energieströme) sollte es sich um die offiziellen Daten des Standortes/Werkes handeln. Als Quelle empfohlen wird die Controlling- oder Buchhaltungsabteilung, die die Daten zur Ermittlung der Betriebskosten verwendet. Der Nettoverbrauch wird aus diesen Tätigkeitsdaten abgeleitet, die die verschiedenen Rechnungspositionen enthalten, die für die Berechnung verwendet werden.
- Die Emissionsfaktoren werden aus den tatsächlichen Ergebnissen der Gesamtkohlenstoffanalyse unter Anwendung der folgenden Umrechnungsformel berechnet:

Gleichung (2) – Formel zur Berechnung der Emissionsfaktoren

$$EF_i = \frac{m_{\text{mol CO}_2}}{m_{\text{Atom C}}} \times \text{Gesamt_}C_i \quad (2)$$

Dabei ist

- EF_i der direkte Emissionsfaktor des Stoffstroms i , angegeben als CO_2 je Einheit;
- $m_{\text{Atom C}}$ die Atommasse von Kohlenstoff (12,011 g/Mol);
- $m_{\text{mol CO}_2}$ die molare Masse von Kohlendioxid (44,010 g/Mol);
- $\text{Gesamt-}C_i$ der Gesamtkohlenstoffgehalt des Stoffstroms i im Zustand trocken.
- Indirekte Emissionsäquivalente (CO_2 -Äquivalent des vorgelagerten Prozesses) können der Literatur entnommen werden oder aus tatsächlichen Betriebsergebnissen ermittelt werden.

5.2.1 Bestimmung von Emissionsfaktoren

Es wird dringend empfohlen, bei der Berechnung der Emissionsfaktoren aktuelle Analyseergebnisse zu verwenden. Das ist besonders bei Kohlen und Koks wichtig, die den überwiegenden Teil der Kohlenstoffquellen darstellen und erhebliche Schwankungen im Kohlenstoffgehalt aufweisen können. Standardemissionsfaktoren sollten vermieden werden und nur bei Stoffströmen mit geringer Bedeutung und/oder recht konstanter Qualität (Kalkstein, Öl, Erdgas) zum Einsatz kommen.

In Anhang C, Tabelle C.1, ist eine Liste von Standardemissionsfaktoren aufgeführt, die auf verfügbaren Analyseergebnissen von unterschiedlichen europäischen Stahlproduktionsstandorten basieren.

Diese Werte können von den vom IPCC vorgeschlagenen Werten abweichen, jedoch der Qualität von Koks, Kohlen und Gasen, die von der europäischen Stahlindustrie eingesetzt werden und im Fall von Festbrennstoffen geringe Aschegehalte aufweisen, besser entsprechen. Die Anwendung dieser Standardwerte führt in vielen Fällen zu einer Überbewertung der CO₂-Emission und stellt somit einen Anreiz dar, die tatsächlichen Kohlenstoffgehalte zu messen.

5.2.2 Vorbereitung der Daten zur Bestimmung der Emissionsfaktoren

Die Vorbereitung der Daten zur Bestimmung der Emissionsfaktoren von Materialien und Energie erfordert eine sorgfältige Probenahme, Analyse und Datenbehandlung, damit die Berechnungsergebnisse eine möglichst geringe Unsicherheit aufweisen.

5.2.2.1 Entnahme von Materialproben

Festbrennstoffe (Kohlen und Koks) stellen mehr als 90 % der direkten Emissionsquellen eines integrierten Stahlwerkes dar. Die Entnahme von Proben aus diesen festen Brennstoffen ist daher von ausgesprochener Wichtigkeit, und Betreiber müssen ein umfassendes Probenahmeverfahren einrichten, das große Materialmengen berücksichtigt. In vielen Fällen wird Kohle bei Schiffen mit einer Kapazität von bis zu 150 000 t angeliefert, wobei verschiedene Kohlesorten enthalten sein können. Für ein mittel großes Werk mit einer Jahresleistung von 5 Mt stellt dies eine Menge von 3,5 Mt Kohle und Koks bzw. 25 Schiffe je Jahr mit 10 bis 20 unterschiedlichen Herkunftsorten dar.

Die Probenahmen müssen nach den Anforderungen der grundlegenden Normen erfolgen.

Vorzugsweise erfolgt die Probenahme bei Empfang der Materialien, wobei empfohlen wird, für jede einzelne Charge unabhängig von der Menge eine Probe zu nehmen, bei großen Chargen mindestens eine Probe je 20 000 t.

Die nächst wichtige Kohlenstoffquelle ist Kalkstein für das Sintern oder die Kalkherstellung. Dieses Material ist üblicherweise recht stabil in seiner Qualität, daher könnte eine Probenahme mit einer Häufigkeit von einmal je Woche ausreichend sein.

Bei kleineren Quellen können Standardwerte für die Emissionsfaktoren verwendet werden, solange sie zusammengekommen nicht mehr als 10 % der gesamten direkten Emissionen ausmachen. Anhang C enthält Angaben zu den Standardwerten.

5.2.2.2 Kohlenstoffanalyse der Materialien

Die Untersuchung des Gesamtkohlenstoffgehalts der Materialien muss nach den Anforderungen der in der Übersichtsnorm aufgeführten zutreffenden Normen erfolgen. Für Kohlen und Koks wird empfohlen, parallel die Kurzanalyse durchzuführen (Bestimmung von Kohlenstoff, Asche und flüchtigen Bestandteilen) und den Heizwert zu bestimmen, der angewendet werden kann, um die Qualität der Daten festzustellen.

5.2.2.3 Bestimmung der Kohlenstoffgehalte zur Berichterstattung

In den meisten Fällen werden für einen bestimmten Materialfluss mehrere Sorten und Chargen verwendet. Zum Beispiel beginnt die Koksherstellung mit einem Gemisch aus Kokskohle, die aus fünf bis zehn unterschiedlichen Kohlen besteht. Alle diese Kohlen sind als „Kokskohle“ zusammengefasst.

Beschafftes Material wird üblicherweise an Primärlagerplätzen gelagert, und wenn Mischungen zur Anwendung in den Prozessen daraus hergestellt werden, wird darauf zurückgegriffen. Bei generischem Material muss der berichtete Kohlenstoffgehalt ein gewichteter Mittelwert der Kohlenstoffgehalte der einzelnen Materialien entsprechend ihrem Massenstrom sein.

6 Bestimmung des CO₂-Einflusses auf Werksebene

6.1 Direkte Anwendung der Kohlenstoffbilanz

Die direkte Anwendung der Kohlenstoffbilanz auf Werksebene ergibt eine erste Schätzung der mit der Tätigkeit verbundenen direkten und indirekten Emissionen. In diesem Fall wird der Grundsatz der Gleichung (1) angewendet und der Nettoverbrauch mit Hilfe von Gleichung (3) berechnet. Das Inventar kann mit Gleichung (4) oder Gleichung (5) berechnet werden, die gleichwertig sind und davon abhängen, welche Darstellung der Daten bevorzugt wird.

Gleichung (3) – Berechnung des Nettoverbrauchs

$$\text{Nettoverbrauch}_i = \text{Externer Einkauf}_i - \text{Externe Lieferung}_i - \text{Inventaränderung}_i \quad (3)$$

Dabei ist

i	der Index des betrachteten Stoffstroms;
Nettoverbrauch_i	der jährliche Nettomassenstrom des Stoffstroms i (auf Trockenbasis);
$\text{Externer Einkauf}_i$	der gesamte jährliche Strom des zugekauften Stoffstroms i (auf Trockenbasis);
$\text{Externe Auslieferung}_i$	der gesamte jährliche Strom des verkauften Stoffstroms i (auf Trockenbasis);
$\text{Inventaränderung}_i$	die gesamte jährliche Schwankung des Lagerbestands (auf Trockenbasis). Eine Inventaränderung ist positiv, wenn sich der Lagerbestand erhöht und negativ, wenn sich der Lagerbestand verringert.

Die Inventaränderung kann nach einer der folgenden Gleichungen berechnet werden.

Gleichung (4) – Berechnung der Inventaränderung (Verfahren 1)

$$\text{Inventaränderung}_i = \text{Einlagerung}_i - \text{Abgerufener Lagerbestand}_i \quad (4)$$

Dabei ist

Einlagerung_i	die jährliche Gesamtmenge an eingelagertem Material für Strom i (auf Trockenbasis);
$\text{Abgerufener Lagerbestand}_i$	die jährliche Gesamtmenge an aus dem Lager abgerufenem Material für Strom i (auf Trockenbasis).

Gleichung (5) – Berechnung der Inventaränderung (Verfahren 2)

$$\text{Inventaränderung}_i = \text{Endlagerbestand}_i - \text{Ausgangslagerbestand}_i \quad (5)$$

Dabei ist

Endlagerbestand_i	der gesamte Lagerbestand am Jahresende für Strom i (auf Trockenbasis);
----------------------------	--

Ausgangslagerbestand_i der gesamte Lagerbestand am Jahresanfang für Strom *i* (auf Trockenbasis).

Für eine geeignete Behandlung exportierter Energie- oder Materialströme, werden Auslieferungen an externe Kraftwerke von den Auslieferungen für andere Tätigkeiten getrennt. Wie in den folgenden Gleichungen dargestellt, werden zwei Zwischensummen berechnet:

Gleichung (6) – Berechnung externer Auslieferungen

$$\text{Externe Auslieferung}_i = \text{Auslieferung an Kraftwerk}_i + \text{Auslieferung für andere Tätigkeiten}_i \quad (6)$$

Gleichung (7) – Ermittlung der Gesamtbeschaffungsmenge

$$\text{Gesamtbeschaffungsmenge}_i = \text{Externer Zukauf}_i + \text{Abgerufener Lagerbestand}_i \quad (7)$$

Gleichung (8) – Ermittlung der Gesamtauslieferungsmenge

$$\text{Gesamtauslieferungsmenge}_i = \text{Externe Auslieferung}_i + \text{Einlagerung}_i \quad (8)$$

Tabelle 2 enthält ein Beispiel für die Berechnung des Nettoverbrauchs von Materialien und Energie für eine Werk der Stahlproduktion. In diesem Beispiel wird der Nettoverbrauch durch Anwendung von Gleichung (4) berechnet. Ein Beispiel für diese Nettoverbrauchsermittlung ist in Anhang E, Tabelle E.1 enthalten.

Tabelle 2 — Muster zur Bestimmung der Bilanz eines Werkes – Ermittlung des Nettoverbrauchs

Stoffstrom	Beschaffungen			Abgabe				
	Externer Zukauf	Abgerufener Lagerbestand	Gesamtbeschaffung	an Kraftwerke	an andere Anlagen	Einlagerung	Gesamt-abgabe	Nettoverbrauch
Stoffstroms ₁	P_1	P_1	$T_{in_1} = P_1 + R_1$	PP_1	O_1	S_1	$T_{out_1} = PP_1 + O_1 + S_1$	$NU_1 = T_{in_1} - T_{out_1}$
Stoffstrom ₂	P_2	P_2	$T_{in_2} = P_2 + R_2$	PP_2	O_2	S_2	$T_{out_2} = PP_2 + O_2 + S_2$	$NU_2 = T_{in_2} - T_{out_2}$
Stoffstrom ₃	P_3	P_3	$T_{in_3} = P_3 + R_3$	PP_3	O_3	S_3	$T_{out_3} = PP_3 + O_3 + S_3$	$NU_3 = T_{in_3} - T_{out_3}$
—	—	—	—	—	—	—	—	—
Stoffstrom _n	P_n	P_n	$T_{in_n} = P_n + R_n$	PP_n	O_n	S_n	$T_{out_n} = PP_n + O_n + S_n$	$NU_n = T_{in_n} - T_{out_n}$

Der Nettoverbrauch jedes Materials wird in äquivalente CO₂-Emissionen umgewandelt, die, wie in Tabelle 3 gezeigt, in direkte und indirekte Emissionen unterteilt sind.

Tabelle 3 — Muster zur Bestimmung der Bilanz einer Werk – Ermittlung der CO₂-Emissionen

Stoffstrom	Nettoverbrauch	CO ₂ -Emissionen t		
		Direkt	Indirekt	Zwischensumme
Stoffstrom ₁	NU ₁	Dir ₁ = EF ₁ × NU ₁	Ind ₁ = IEeq ₁ × NU ₁	Dir ₁ + Ind ₁
Stoffstrom ₂	NU ₂	Dir ₂ = EF ₂ × NU ₂	Ind ₂ = IEeq ₂ × NU ₂	Dir ₂ + Ind ₂
Materialfluss ₃	NU ₃	Dir ₃ = EF ₃ × NU ₃	Ind ₃ = IEeq ₃ × NU ₃	Dir ₃ + Ind ₃
Elektrische Energie	NU _{Elek}		Ind _{Elek} = IEeq _{Elek} × NU _{Elek}	Ind _{Elek}
Dampf	NU _{Dampf}		c = IEeq _{Dampf} × NU _{Dampf}	Ind _{Dampf}
Stoffstrom _n	NU _n	Dir _n = EF _n × NU _n	Ind _n = IEeq _n × NU _n	Dir ₁ + Ind ₁
Gesamt		∑ Dir _i	∑ Ind _i	∑ (Dir _i + Ind _i)

In dieser Tabelle werden die äquivalenten CO₂-Emissionen nach den folgenden Gleichungen berechnet:

Gleichung (9) – Berechnung der direkten Emissionen

$$\text{Direktes CO}_2 = \sum_{i=1}^n \text{Dir}_i = \sum_{i=1}^n (EF_i \times NU_i) \quad (9)$$

Gleichung (10) – Berechnung der indirekten Emissionen

$$\text{Indirektes CO}_2 = \sum_{i=1}^n \text{Ind}_i = \sum_{i=1}^n (IEeq_i \times NU_i) \quad (10)$$

Gleichung (11) – Berechnung der indirekten Emissionen

$$\text{Gesamtes CO}_2 = \text{Direktes CO}_2 + \text{Indirektes CO}_2 \quad (11)$$

Wenn vom Werk ausgelieferte Produkte oder Nebenprodukte Kohlenstoff enthalten, werden sie als negative äquivalente CO₂-Emissionen angegeben. Diese Regel gilt nicht für indirekte Emissionen und Exporte von im Werk entstandenem Restgas, wodurch sich ein Schätzwert der gesamten äquivalenten CO₂-Emissionen durch die Tätigkeit ergibt und Verzerrungen im Hinblick auf die standortinterne und standortexterne Verwendung dieser Gase vermieden werden. Ein Beispiel für diese Berechnung ist in Anhang E, Tabelle E.2, gegeben.

Zur Berechnung dieses „Emissionsinventars“ wird der äquivalente Emissionsfaktor auf Landesebene gewählt (Werte für stahlproduzierende Länder sind in Anhang D vorgeschlagen). Dieser Wert wird dazu verwendet, den äquivalenten Emissionsfaktor von technischen Gasen (Sauerstoff, Stickstoff, Argon und Druckluft) basierend auf den in Anhang C angegebenen Normäquivalenten zu bestimmen.

6.2 Beurteilung der tatsächlichen Treibhausgasauswirkung eines Werkes

Die unmittelbare Anwendung der globalen Bilanz einer Produktionseinrichtung macht bei integrierten Stahlwerken, die den Hochofen-/LD-Konverter-Weg anwenden und Kuppelgase an externe Kraftwerke oder sonstige Anlagen exportieren, den tatsächlichen Einfluss der Tätigkeit auf die gesamten Treibhausgasemissionen nicht genau deutlich.

Zum Beispiel ergibt einerseits der Export von Gichtgas an ein Kraftwerk, das spezifisch 10 MJ/kWh (entspricht einem elektrischen Wirkungsgrad von 36 %) verbraucht, elektrische Energie mit einer äquivalenten Emission von etwa 2,7 kg CO₂/kWh, andererseits werden dem Werk die Stromzukäufe mit Emissionswerten auf Ebene des nationalen Stromnetzes angerechnet (0,06 kg CO₂/kWh bis 1,00 kg CO₂/kWh). Die zur Bestimmung der Emissionen der Einrichtung ohne Abzug der mit dem Exportgas zusammenhängenden Emissionen angewendete Methodik löst dieses Problem nur zum Teil, da sie ein gewisses Maß an Doppelzählung einführt, indem sowohl die mit der Stromerzeugung aus dem Gas zusammenhängenden Emissionen als auch das Treibhausgasäquivalent der entsprechenden elektrischen Energie berücksichtigt werden.

Der gleiche Effekt tritt in geringerem Ausmaß auf, wenn Überschussgas an andere externe Anlage exportiert wird, wo es z. B. fossile Brennstoffe mit geringerem Emissionsfaktor ersetzen kann.

Diese beiden Effekte werden bei der Bestimmung der tatsächlichen Auswirkung eines Werkes berücksichtigt, indem für indirekte Emissionen die folgenden Korrekturen vorgenommen werden:

Gasexporte an externe Kraftwerke werden basierend auf dem in Anhang C, Tabelle C.2, angegebenen Referenzenergieäquivalent in äquivalente elektrische Energie umgewandelt und die entsprechende elektrische Energie wird von den Beschaffungen des Werkes abgezogen, wodurch sich die indirekten Emissionen verringern.

Gasexporte an externe Kraftwerke werden basierend auf dem in Anhang C, Tabelle C.2, angegebenen Referenzenergieäquivalent in äquivalente elektrische Energie umgewandelt und die entsprechende elektrische Energie wird von den Beschaffungen der Werk abgezogen, wodurch sich die indirekten Emissionen verringern.

Gasexporte an andere Tätigkeiten werden auf dem Niveau des als alternativen Referenzbrennstoff gewählten Erdgases berücksichtigt und den indirekten Emissionen zugerechnet.

Tabelle 4 zeigt eine Methodik für die Berechnung dieser Auswirkung, die darin besteht, den Überschuss an CO₂-Emissionen aufgrund der geringen Restgasqualität nicht dem Verbraucher, sondern dem Erzeuger des Restgases zuzurechnen.

Tabelle 4 — Modell zur Beurteilung der Treibhausgasauswirkungen eines integrierten Werkes

	Energie GJ Heizwert	Äquivalente elektrische Energie MWh	CO ₂ -Emissionen t		
			Direkt	Indirekt	Gesamt
Direkte Bilanz			Dir_{CO_2}	Ind_{CO_2}	$Dir_{CO_2} + Ind_{CO_2}$
Gasexporte	$PP_{Exp} + Gas_{Exp}$				
an Kraftwerke	PP_{Exp}	$Eq_{Elek} = PP_{Exp}/9,8$		$-IEeq_{Elek} \times Eq_{Elek}$	$-IEeq_{Elek} \times Eq_{Elek}$
an andere Tätigkeiten	Oth_{Exp}			$-EF_{NG} \times Oth_{Exp}$	$-EF_{NG} \times Oth_{Exp}$
Globale Treibhausgas- auswirkung			Dir_{CO_2}	$Ind_{CO_2} -$ $IEeq_{Elek} \times Eq_{Elek} -$ $EF_{NG} \times Oth_{Exp}$	$Dir_{CO_2} + Ind_{CO_2} -$ $IEeq_{Elek} \times Eq_{Elek} -$ $EF_{NG} \times Oth_{Exp}$

Dabei ist

- Dir_{CO_2} das durch die Werksbilanz (Gleichung (9)) gegebene gesamte direkte CO_2 ;
- Ind_{CO_2} das durch die Werksbilanz (Gleichung (10)) gegebene gesamte indirekte CO_2 ;
- PP_{Exp} der Kuppelgasexport an Kraftwerke;
- Eq_{Elek} die äquivalente elektrische Energie des an Kraftwerke exportierten Gases;
- Oth_{Exp} der Kuppelgasexport an sonstige Anlagen;
- EF_{NG} der Emissionsfaktor von Erdgas.

Ein Beispiel für die Anwendung dieser Beurteilung der Auswirkungen ist in Anhang E, Tabelle E.3 gegeben. Die Korrektur indirekter Emissionen für Gasexporte liefert eine realistischere Schätzung der globalen Auswirkung und vergleichbare Ergebnisse für ähnliche Anlagen, die sich durch den Eigentümer des Kraftwerks unterscheiden.

6.3 Zusammenfassung auf Unternehmens- oder Konzernebene

Beim Zusammenfassen von Treibhausgasemissionen auf Unternehmens- oder Konzernebene werden die Werte des berechneten Nettoverbrauchs, der direkten und der indirekten Emissionen für jeden berichteten Strom für alle konsolidierten Werke addiert. Diese Regel gilt auch für die Bestimmung der Treibhausgasauswirkung nach Berücksichtigung der Gasexporte.

7 Beurteilung der CO_2 -Emissionseffizienz

7.1 Allgemeine Grundlagen der Effizienzbeurteilung

Die Effizienzbeurteilung im Hinblick auf die CO_2 -Emissionen geht über die Bestimmung des Emissionsinventars hinaus, das eine Momentaufnahme der Situation darstellt und aufgrund des großen Einflusses der Produktionsstruktur auf die Höhe der Emissionen keine nützlichen Informationen für das Management bietet.

Diese Norm schlägt spezifische Methoden zur Beurteilung der Effizienz auf Prozess- oder Werksebene vor, welche Leistungskennzahlen (KPI) liefern, die einen Vergleich der Emissionseffizienz zwischen Betreibern ermöglichen und einen Schätzwert für das Verbesserungspotential ergeben. Eine KPI muss einen fairen Vergleich zwischen unterschiedlichen Betreibern anstellen und zuverlässige Informationen zu der tatsächlichen Effizienzabweichung bieten.

Diese Effizienzbeurteilung gilt für den in den Stahlproduktionsprozessen auf Werksebene (verarbeitungsbedingte direkte Emissionen) gesamten eingesetzten Kohlenstoff und für die direkten und indirekten Emissionen auf Prozessebene.

7.2 Beurteilung der Emissionseffizienz auf Werksebene

Wie in der Einleitung erwähnt, bietet die CO_2 -Intensität je Tonne des Referenzprodukts keine zuverlässigen Informationen für die Beurteilung der THG-Emissionseffizienz eines Werkes, da sie erheblich durch örtliche Bedingungen wie den Emissionsfaktor für elektrische Energie, die Struktur der Produktion sowie der zugehörigen Anlagen oder die externe Beschaffung von Zwischenprodukten beeinflusst wird.

Die in dieser Norm vorgeschlagene Methodik bietet den Vorteil, dass die tatsächliche Produktionsstruktur von Werke berücksichtigt wird, womit ein fairer Vergleich zwischen Werken unterschiedlicher Art unabhängig von den implementierten Prozessen möglich ist.

7.2.1 Leistungskennzahl für den Produktionsweg Hochofen/Konverter

Eine realistischere Beurteilung der treibhausgasbezogenen Effizienz auf Werksebene kann für die integrierte Stahlproduktion basierend auf einer Analyse der Gründe für die gesamten direkten CO₂-Emissionen erfolgen. Bei Betrachtung des Produktionswegs und der Verknüpfungen zwischen den unterschiedlichen Prozessen scheinen hauptsächlich drei „Quellen“ zu den Emissionen beizutragen:

- a) Koksherstellung mit der endgültigen Nutzung des Koksofengases unabhängig vom Einsatzort sowie die Emission aus der unvollständigen Verbrennung von Koks während des Drückens und Kokslöschens;
- b) Möllervorbereitung in Sinteranlage durch Verbrennung fester Brennstoffe (Koks und Anthrazit) und des thermischen Zerfalls grundlegender Zuschlagstoffe (Kalkstein). In den meisten Fällen wird beim Zündprozess Koksofengas verwendet, das bereits in der Kokerei berücksichtigt wurde und nicht der Sinterherstellung zugeschrieben wird;
- c) Erzeugung von flüssigem Roheisen im Hochofen über die endgültige Nutzung von Gichtgas unabhängig vom Ort, Verbrennung des Gases der LD-Konverter (rückgewonnen und nicht rückgewonnen), das sich aus dem Frischen des flüssigen Roheisens ergibt und Wiederverwertung von Staub aus der Gasreinigung in Sinteranlage.

Eine Analyse der Energiebilanz eines integrierten Werkes zur Stahlproduktion zeigt, dass eine ausreichende Menge an Kuppelgas in angemessener Qualität erzeugt wird, um die Gasversorgung der Betriebe von der Koksherstellung bis zum Warmwalzen zu erfüllen, während ein bedeutender Überschuss verbleibt, der an weiterverarbeitende Anlagen oder Kraftwerke weitergeleitet werden kann, sodass kein weiterer Brennstoff außer den metallurgischen Kohlen (Kokskohle, Anthrazit zum Sintern und Hochofen-Einblas Kohle), zugekaufter externer Kohle und sonstigen Hochofen-Einblasstoffen erforderlich ist.

Beindet sich am Standort keine Kokerei, steht nicht ausreichend Starkgas zur Verfügung und es ist ein zusätzlicher, zugekaufter hochwertiger Brennstoff zur Versorgung des Warmwalzwerks erforderlich, wobei zur Sicherstellung der entsprechenden Versorgung eine zusätzliche Kohlenstoffzufuhr berücksichtigt werden kann.

Demzufolge werden die wahrscheinlichen CO₂-Emissionen für Werke mit Kokerei nach Gleichung (12) berechnet und für Werke ohne Kokerei nach Gleichung (13).

Gleichung (12) – Berechnung der Referenzemissionen für ein integriertes Werk mit Kokerei

$$\text{Wahrscheinliche CO}_2\text{-Emission} = \beta \times \text{Sinter} + \gamma \times \text{flüssiges Roheisen} + \delta \times \text{Warmgewalzt} \quad (12)$$

Gleichung (13) – Berechnung der Referenzemissionen für ein integriertes Werk ohne Kokerei

$$\text{Wahrscheinliche CO}_2\text{-Emission} = \alpha \times \text{Koks} + \beta \times \text{Sinter} + \gamma \times \text{flüssiges Roheisen} + \delta \times \text{Warmgewalzt} \quad (13)$$

In Anhang F, Tabelle 1 und Tabelle 4 sind Werte für die Koeffizienten (α , β , γ , δ) dieser Gleichungen vorgeschlagen, aus der Analyse von Daten vieler existierender Werke basieren.

Diese Beurteilung kann auch auf Kalköfen ausgeweitet werden, für die ebenfalls eine Referenzemission bestimmt werden könnte.

7.2.2 Effizienzbeurteilung für den Elektrostahl-Herstellungsweg

Stahlproduktionsstandorte, die mit Elektroöfen arbeiten, sind von der Struktur her viel einfacher und bestehen in der Regel nur aus einem Elektrostahlwerk mit Gießanlage und Warmwalzwerken. Einige Werke verfügen auch über Anlagen zur Erzeugung von direktreduziertem Eisen, bei denen nahezu ausnahmslos Erdgas als Reduktionsmittel eingesetzt wird und damit als Treibhausgasquelle berücksichtigt wird; daher können die wahrscheinlichen direkten Emissionen eines Elektrostahlwerks nach Gleichung (14) berechnet werden.

7.2.3 Gleichung (14) – Berechnung der Referenzemissionen für eine Elektrostahlwerk

$$\text{Wahrscheinliche CO}_2\text{-Emission} = \alpha \times \text{DRI} + \beta \times \text{Rohstahl} + \gamma \times \text{Warmgewalzt} \quad (14)$$

Die Bestimmung der wahrscheinlichen CO₂-Emissionen eines Elektrostahlwerkes ist nicht so einfach wie bei den Anlagen für die Eisenerzeugung, und zwar aufgrund des potentiellen Austauschs von elektrischer Energie auf fossile Brennstoffe im Lichtbogenofen, wozu jedoch in Anhang F, Tabelle F.3, Werte für die Koeffizienten (α , β , γ , δ) vorgeschlagen sind.

7.2.4 Werksbezogene CO₂-Leistungskennzahl

Für beide Werkskategorien wird nach Gleichung (15) eine Werksbezogene CO₂-Leistungskennzahl berechnet, die die Lücke zu wahrscheinlichen Emissionen in Prozent angibt.

Gleichung (15) – Bestimmung der werksbezogenen CO₂-Leistungskennzahl

$$\text{Einrichtungsbezogene Leistungskennzahl} = \frac{\text{Nachgewiesener äquivalenter direkter CO}_2\text{-Einsatz}}{\text{Wahrscheinliche CO}_2\text{-Emission}} \quad (15)$$

In dieser Gleichung wird der nachgewiesene äquivalente direkte CO₂-Einsatz aus der Summe der für die betreffenden Prozesse eingesetzten Energien und Materialien abgeleitet, wobei die für Kessel und Kraftwerke und für weiterarbeitende Anlagen (z. B. Glühöfen) verwendeten externen Brennstoffe ausgenommen sind.

Bei Werken mit einer durchschnittlichen Bilanz, die die traditionellen Rohstoffe einsetzen, verschafft diese Kennzahl einen schnellen Überblick über die wichtigen Abweichungen vom Bezugswert. Anwendungsbeispiele für diese Methodik sind für ein integriertes Stahlwerk in Anhang F, Tabelle 2, angegeben und für ein Elektrostahlwerk mit Direktreduktionsanlage in Anhang F, Tabelle 4.

7.3 Beurteilung der Emissionseffizienz auf Prozessebene

Auf Prozessebene berücksichtigt die Effizienzbeurteilung nicht nur die direkten Emissionen sondern auch die indirekten Emissionen, die für einen realistischen Überblick über die Effizienz des Vorgangs relevant sind.

Bei der Effizienzbeurteilung wird der in eisenhaltigen Zwischenmaterialien enthaltene Kohlenstoff nicht als direkter CO₂-Ausstoß des Prozesses abgerechnet, sondern dem Produkt in der berechneten CO₂-Intensität zugerechnet und somit auf den Nutzer übertragen.

7.3.1 Wahl von Äquivalenzfaktoren für indirekte Emissionen

7.3.1.1 Allgemeine Regeln

Die direkte Effizienzschätzung kann nicht auf die Berechnung der CO₂-Intensität eines Prozess, angegeben als kg CO₂ je Tonne des Referenzprodukts, beschränkt werden, da sie keinerlei Informationen zur Effizienz des Prozesses liefert, und zwar aus drei Gründen:

- sie kann durch örtliche Gegebenheiten beeinflusst sein, wie bei Betrachtung des äquivalenten Emissionsfaktors für elektrische Energie ersichtlich wird, der im Bereich von 1 bis 20 schwankt und einen Vergleich der CO₂-Intensität unsinnig macht;
- bei Produktionssystemen, die mehrere Prozesse umfassen, wie es in der Stahlindustrie der Fall ist, müssen CO₂-Emissionen aus vorgelagerten Produkten in die Berechnung für ein nachgelagertes Produkt mit einbezogen werden. Bei einem direkten Vergleich würde die Effizienz der vorgelagerten Prozesse das Ergebnis für die nachgelagerten Prozesse für jeden Standort unterschiedlich beeinflussen;

- ohne Referenz liefert das Verfahren keine Information zur Rangfolge der Effizienz und zu den potentiellen Einsparungen.

Die Effizienzschatzung erfordert die Schaffung möglichst gleicher Bedingungen, sodass die Effizienz eines bestimmten Betreibers nicht durch Bedingungen beeinflusst wird, die außerhalb seines Einflussbereiches liegen. Die Effizienzbeurteilung sollte im Idealfall unabhängig von örtlichen Gegebenheiten und für jedes Werk weltweit vergleichbar sein. Zur Erfüllung dieser Bedingung wird bei der vorgeschlagenen Methodik angenommen, dass alle Stoffzüge im vorgelagerten Prozess einen speziellen Emissionsfaktor aufweisen:

- a) natürliche Rohstoffe und Energie besitzen keinen vorgelagerten (Upstream-)Wert, wodurch die potentielle Auswirkung unterschiedlicher Abbaubedingungen oder des Transports zum Nutzer eliminiert wird;
- b) Betriebsstoffe weisen identische Upstream-Werte auf, wodurch die Auswirkung einer unterschiedlichen CO₂- Intensität des nationalen Stromnetzes eliminiert wird. Für elektrische Energie wird das mittlere Weltniveau angesetzt und für technische Gase werden als Grundlage ihre Elektrizitätsäquivalente entsprechend Anhang C, Tabelle C.2, angesetzt;
- c) externe Beschaffungen von Produkten werden auf einem Upstream-Emissionsniveau berechnet, das für den produzierenden Sektor repräsentativ ist;
- d) eigene Zwischenprodukte, die in nachgelagerten Prozessen verwendet werden, werden auf einem Upstream-Referenzniveau berechnet, um die Effizienz eines Betreibers nicht durch die Effizienz der anderen Betreiber in seiner Einrichtung zu beeinflussen. Die Bestimmung dieses Upstream-Referenzwertes für Produkte ist in Abschnitt 8 vorgestellt. Aufgrund des Unterschieds zwischen LD- und Elektrostahl im Hinblick auf die Kohlenstoffintensität ist es unmöglich, einen einzigen Referenzwert für den in Walzwerken verwendeten Rohstahl zu bestimmen. Daher wird der Referenzwert auf der Basis der relativen Mengen an LD- und Elektrostahl berechnet, die von jedem einzelnen Werk verwendet werden;
- e) gewöhnliche in den Prozessen verwendete Abfälle besitzen keinen Upstream-Emissionswert. Sie werden nur auf dem Niveau ihres tatsächlichen Kohlenstoffgehalts berechnet;
- f) Nebenprodukte aus den Prozessen führen zu einer direkten CO₂-Gutschrift basierend auf ihrem tatsächlichen Kohlenstoffgehalt. Für sie gilt bei der Effizienzbeurteilung kein indirekter Emissionswert, wobei für einige spezielle Stoffe Ausnahmen möglich sind.

7.3.1.2 Sonderregeln für spezielle Stoffe

Einige Stoffe, die normalerweise kein CO₂-Äquivalent für vorgelagerte Prozesse besitzen, können eine signifikante Auswirkung auf CO₂-Emissionen haben. In dieser Hinsicht sollten Vorkehrungen getroffen werden, um eine gerechte Beurteilung der Prozesseffizienz zu erreichen und Verzerrungen durch sehr spezielle Bedingungen zu vermeiden. Die Methodik, die zur Erläuterung der Auswirkung dieser speziellen Stoffe oder zur notwendigen Korrektur der Kennzahlen gewählt wurde, muss begründet und dokumentiert werden.

7.3.1.2.1 Auswirkung von Magnetit

In der Eisen- und Stahlindustrie werden drei Eisenerzqualitäten eingesetzt. Überwiegend sind dies Hämatiterze, gefolgt von Magnetit- und Sideriterzen.

Durch Oxidation des Magnetits während der Möllervorbereitung vermindern die Magnetiterze den Energiebedarf und sparen CO₂ ein.

Werden zur Möllervorbereitung dagegen Sideriterze eingesetzt, wird der Energieverbrauch durch die Oxidation des Eisens verringert, während sich die CO₂-Emissionen aufgrund des Carbonatzerfalls erhöhen.

Daher kann die Verwendung von Magnetit bzw. Siderit nicht zur Definition von Referenzprozessen herangezogen werden. Derartige Auswirkungen sollten bei der Effizienzanalyse berücksichtigt werden. Wenn

die verfügbaren Daten es zulassen, sollten entsprechende Korrekturen auf die Effizienzkennzahlen angewendet werden.

7.3.1.2.2 Behandlung von Schlacke aus der Roheisenherstellung

Das Schlackevolumen bei der Roheisenherstellung wirkt sich auf die CO₂-Intensität des Prozesses aus, hängt jedoch von Faktoren ab, die aufgrund örtlicher Gegebenheiten oder Unternehmensentscheidungen hinsichtlich der Rohstoffbeschaffung außerhalb des Verantwortungsbereichs des Betreibers liegen. Da bekannt ist, dass Schlackevolumen im Bereich von 160 kg/t bis 650 kg/t vorliegen können, sollte dieser Aspekt bei der Effizienzbeurteilung berücksichtigt werden. Hier sind zwei Lösungen möglich:

- a) Bestimmung der Effizienz des Prozesses und Beurteilung der Auswirkung des Schlackevolumens auf das Ergebnis;
- b) Berücksichtigung von Schlacke als Produkt mit einem indirekten Emissionsäquivalent, das bei der Bestimmung der CO₂-Intensität von flüssigem Roheisen angerechnet wird.

In beiden Fällen ist es notwendig, den CO₂-Wert von Schlacke zu bestimmen (CO₂-Kosten für deren Erzeugung). Zur Bestimmung der CO₂-Produktionskosten können unterschiedliche Methodiken angewendet werden, die in Anhang G beschrieben sind.

7.3.1.2.3 Behandlung von Schrott

Schrott wird bei allen Stahlproduktionswegen in großem Umfang eingesetzt. Da das Schmelzen von Schrott die hohen Energiebedarfe der Reduktion von Eisenoxiden vermeidet, verringert es die Energie- und CO₂-Kosten der Stahlproduktion erheblich. Schrott ist jedoch ein nur begrenzt verfügbarer Sekundär-Rohstoff, und die Erzeugung von flüssigem Roheisen ist und bleibt unverzichtbar, wenn es darum geht, den Bedarf des Stahlmarktes zu decken.

Beim Vergleich der Effizienz von Produktionseinheiten, die unterschiedliche Mengen an Schrott einsetzen (in Kombination mit flüssigem Rohmetall und Direktreduktionseisen unabhängig vom Produktionsweg) sind wie bei der Hochofenschlacke zwei Lösungen möglich:

- a) Berechnen der Effizienz der Prozesse und Schätzen der Auswirkung unterschiedlicher Schrottmengen in einer Differenzanalyse;
- b) Zuweisen eines CO₂-Werts für Schrott, um die Auswirkung von Schrott auf die Emissionen zu neutralisieren und einen sinnvollen Vergleich unterschiedlicher Situationen zu ermöglichen. Dies gilt vor allem für Elektrostahl-Anlagen, die mit unterschiedlichen Schrottmengen arbeiten, oder auch für ein einzelnes Elektrostahlwerk mit einer Schrottmenge, die sich im Laufe der Zeit verändert.

In beiden Fällen ist der CO₂-Wert von Schrott notwendig und kann mit Hilfe unterschiedlicher Methoden, vorgestellt in Anhang G, geschätzt werden.

7.3.1.2.4 Verwendung von Direktreduktionseisen und Roheisen im Lichtbogenofen

Direktreduziertes Eisen (DRI) wird beim LD- oder Elektrostahl-Verfahren als Ersatz für Schrott verwendet, um die nicht ausreichende Verfügbarkeit oder Qualität von Schrott auszugleichen. Da DRI Reste von Eisenoxid enthält, erfordert die Reduktion im Lichtbogenofen bzw. LD-Konverter zusätzliche Energie, und dieser Effekt sollte bei der Analyse der Ergebnisse der Effizienzbeurteilung berücksichtigt werden.

In einigen Fällen kann der Elektroofen mit flüssigem Roheisen beschickt werden, was den Energiebedarf drastisch reduziert. Dieser Effekt sollte ebenfalls bei der Effizienzanalyse berücksichtigt werden.